



Munich Personal RePEc Archive

Private sector funding for the construction and operation of toll roads

de Rus, Gines; Trujillo, Lourdes and Romero, Manuel
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

2000

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/12204/>
MPRA Paper No. 12204, posted 16. December 2008 / 10:52

**FUNDACIÓN FONDO PARA LA
INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL**

**PARTICIPACIÓN PRIVADA EN LA CONSTRUCCIÓN Y
EXPLOTACIÓN DE CARRETERAS DE PEAJE**

Ginés de Rus
Manuel Romero
Lourdes Trujillo

Departamento de Análisis Económico Aplicado
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
gderus@empresariales.ulpgc.es

Enero 2000

INDICE

1. Introducción	1
2. Costes de las infraestructuras de carreteras.....	4
2.1. Costes para la empresa.....	5
2.1. Costes para el usuario	7
3. Sistemas de concesión privada de infraestructuras de carreteras	10
3.1. Concesiones basadas en el mínimo peaje	11
3.2. Método basado en el mínimo plazo de concesión	14
3.3. Método del mínimo peaje sombra	16
3.4. Método del mínimo valor presente de los ingresos	20
4. Las autopistas de peaje en España	27
4.1. Descripción del sistema de autopistas de peaje	29
4.2. Elementos del sistema de concesión en España.....	33
5. Regulación de precios y calidad en autopistas de peaje.....	35
5.1. Sistemas de precios para concesiones de carreteras	35
5.2. Nivel de calidad para concesiones de carreteras	38
6. Análisis comparativo de métodos de licitación.....	41
6.1. Comparación de los métodos de licitación de carreteras de peaje.....	41
6.2. Consideraciones sobre el método de licitación de carreteras en España	44
6.3. Método de Mínimo Valor Presente Neto de Ingresos.....	46
7. Conclusiones	48
8. Referencias.....	53
9. Anexos	48

1. Introducción

La existencia de un sistema de carreteras completo y en buenas condiciones es de vital importancia para el funcionamiento de una economía moderna. Aunque todos los gobiernos de los países desarrollados han considerado prioritaria la dotación de infraestructuras viarias, su concreción en planes de inversión no ha estado exenta de dificultades.

Las tasas de crecimiento de los ritmos de tráfico, por encima del experimentado por la economía, y el cambio en la distribución modal de transporte en beneficio de la carretera, ha sido el origen de dos problemas que afectan a la mayoría de los países. En primer lugar, la congestión y otros costes externos asociados al transporte por carretera, especialmente los accidentes de tráfico, ligados a insuficiencias de capacidad y también a problemas de calidad de la infraestructura viaria¹; y, en segundo lugar, la presión para ampliar la capacidad de la red (nuevas carreteras y mejora de las existentes) con las dificultades consiguientes desde el punto de vista fiscal.

El proceso completo de una carretera comprende varios tipos de decisiones, en primer lugar se decide su provisión, en segundo lugar cómo se financia, posteriormente quién la construye y explota y por último si los usuarios pagan por su utilización. En el cuadro 1.1 se trata de delimitar la responsabilidad, pública o privada, en el proceso completo de una carretera. La decisión de la provisión es siempre pública con independencia del tipo de carretera del que se trate. Sin embargo, la construcción es generalmente privada puesto que aunque la carretera no esté concesionada a una empresa privada, raramente el sector público se involucra en la construcción de una obra de estas características. En lo que respecta a la financiación, va a depender de si la concesión pertenece a una empresa privada o a una pública, en el cuadro 1.1 se observa que cuando la construcción y explotación es privada la financiación también lo es. Por otro lado, el pago de peajes no está relacionado con la financiación de la obra, puesto que aunque los usuarios no paguen directamente por el uso de la carretera, como el caso del peaje sombra, la financiación es privada.

La incorporación del sector privado financiando, construyendo y explotando las carreteras, ha sido la vía que los gobiernos han encontrado para reducir la presión que la obra pública ejerce sobre unos presupuestos cada día más ajustados. De los 51.242 kilómetros de carreteras de gran capacidad existentes en Europa, el 33 por ciento están sometidos a régimen de concesión; lo que no significa que el sector privado explote un tercio de las autopistas, ya que un 73 por ciento de los kilómetros concesionados corresponden a empresas públicas.

¹ Aunque una gran parte de los accidentes de tráfico se deben a errores o a negligencia, la calidad de las carreteras explica una parte del total. Es sabido que la existencia de cruces, curvas, cambios de rasante y otros trazados evitables con nuevas inversiones son la causa de un número importante de accidentes en las carreteras españolas.

Cuadro 1.1. Delimitación de la responsabilidad en el proceso de una carretera

<i>Tipo de carretera</i>	Decisión de la provisión	Construcción	Financiación	Explotación	Pago de peaje por el usuario
<i>Carretera libre</i>	Pública	Privada*	Pública	Pública	No
<i>Carretera de peaje privada</i>	Pública	Privada	Privada	Privada	Si
<i>Carretera de peaje pública</i>	Pública	Privada*	Pública	Pública	Si
<i>Carretera de peaje sombra</i>	Pública	Privada	Privada	Privada	No

* La construcción se subcontrata a una empresa privada, por lo que a pesar de que todo el proceso es público la construcción aparece como privada

En la Unión Europea, la proporción de carreteras concesionadas es muy variable. España, Francia e Italia son los países con una mayor utilización del sistema concesional; en España, por ejemplo, están concesionadas el 27,5 por ciento del total de vías de gran capacidad, y el 82 por ciento de los kilómetros concesionados los explotan empresas privadas.

Aunque pueda parecer que la importancia del sector privado en esta actividad económica no es muy elevada en Europa, la tendencia apunta a una participación creciente de las empresas privadas. En el caso de Francia, por ejemplo, la contribución presupuestaria estatal a la financiación de la red de carreteras cayó del 56 por ciento al 22 por ciento en el periodo 1973-1995; mientras tanto, la participación de los ingresos por peajes en dicha financiación pasó del 32 por ciento al 57 por ciento (*French Highway Directorate, 1999*).

El problema puede parecer resuelto al trasladar al sector privado esta actividad económica, ya que las empresas privadas se encargarían de proveer los servicios en el ciclo completo de la infraestructura viaria. La realidad es bien distinta, fundamentalmente porque los objetivos que el gobierno persigue cuando diseña y explota una red viaria, no tienen por qué coincidir con los de los agentes sociales implicados en su construcción, mantenimiento y operación.

El objetivo que se le exige a una red de carreteras, desde un punto de vista económico, son básicamente que realice con *eficacia* su función de conectar la multitud de puntos de actividad del territorio nacional, y de éste con otras naciones fronterizas. Se trata de garantizar el desplazamiento de personas y bienes en condiciones razonables de calidad y seguridad.

El sistema debe ser también *eficiente*, lo que tiene tres dimensiones: la construcción, mantenimiento y operación de la red debe conseguirse al mínimo coste posible para unos estándares prefijados de calidad; el uso de la red viaria debe tarifarse de manera que los precios reflejen los costes que los diferentes tipos de vehículos imponen a la red, permitiendo al mismo tiempo la adecuación entre capacidad y

demanda que evite el racionamiento vía colas; y en caso de que así se requiera, la recuperación de los costes totales sin pérdidas innecesarias de desplazamientos realizados; finalmente, el sistema debe ir adaptándose a las necesidades de la sociedad en el largo plazo, con mejoras y ampliaciones de capacidad, respetando las restricciones impuestas por la protección del medio ambiente.²

Los objetivos descritos no necesariamente coinciden con los fines que persiguen los diferentes *agentes sociales*: podemos suponer que el *gobierno* persigue el objetivo de tener carreteras adecuadas al mínimo coste y que su uso se realice de acuerdo con los principios de eficiencia económica. Sin embargo, la eficiencia económica no es el único objetivo de un gobierno; puede afirmarse incluso, que la eficiencia es a menudo un objetivo de segundo orden si se compara con la importancia concedida a los asuntos presupuestarios o a los criterios de equidad socialmente aceptados.

Los *usuarios* desean disponer de carreteras en buen estado, no congestionadas y si son de uso libre, mejor aún. En sus demandas ejercerán presión para que el Estado construya autopistas, con independencia de los flujos de tráfico y la viabilidad económica de los proyectos.

Las empresas *concesionarias*, las *constructoras*, *suministradores de inputs*, y las empresas *financieras y aseguradoras* buscarán la mayor rentabilidad posible. Para la empresa concesionaria privada que construye, mantiene y explota la carretera, la búsqueda del mayor beneficio posible viene facilitado por asimetrías de información sobre demanda, costes y tecnología. Generalmente, el empresario conoce mejor que la agencia reguladora las condiciones de demanda, los costes en los que incurrirá si acomete el proyecto y las nuevas tecnologías de la actividad en la que es especialista.

La producción y explotación pública directa podría ser una solución al problema del comportamiento maximizador del beneficio del concesionario en condiciones de asimetría de información; sin embargo, los problemas asociados a la producción y explotación pública de infraestructuras son importantes: ineficiencia en costes y mayores dificultades de aplicar los precios requeridos para el equilibrio financiero.

La desconfianza creciente en el sector público como productor y explotador directo y la experiencia internacional en cuanto a los ahorros conseguidos con la participación privada en la provisión de servicios tradicionalmente en manos del Estado, hace poco aconsejable que el Estado construya³ y explote las autopistas; siendo más razonable especializar su función en la regulación y en el control de las condiciones en las que la iniciativa privada se involucra en la actividad.

² Se observará más adelante que la aceptabilidad política de una red de carreteras pagadas por sus usuarios puede convertirse en un elemento central a la hora de elegir el marco para el desarrollo de la actividad. Gómez-Lobo e Hinojosa (1999) señalan, para el caso de Chile, cómo la sociedad acepta el pago por el uso de las carreteras, incluso en ausencia de vías alternativas. El caso español es muy diferente. Aunque existen autopistas de peaje, es muy general la percepción de que la carretera es un bien de uso libre que debe proveer el Estado.

³ Aunque las obras públicas suelen ser construidas por empresas privadas el control, en este caso, sigue siendo público.

La firma de un contrato entre el Estado y la empresa privada es el camino generalizado que se ha seguido en la mayoría de los países para incorporar al sector privado a la construcción y explotación de las carreteras. El diseño de un contrato adecuado que recoja con claridad las condiciones de explotación, precios, duración y la eventualidad de una renegociación o rescate es fundamental, para evitar tanto la conducta oportunista de la empresa como la del regulador público. Ambas disfunciones acabarían elevando directamente los peajes, bien indirectamente al elevar el coste del capital; o simplemente, imposibilitando la participación privada al crear un entorno demasiado arriesgado para los inversores.

Los elementos fundamentales de un contrato de concesión comprenden desde la descripción de la actividad objeto de concurso, hasta los procedimientos que deben seguirse en la contingencia de una renegociación de los términos del contrato⁴.

En cuanto a los métodos de licitación del concurso, aunque en la experiencia internacional predomina la utilización del método del mínimo peaje, los problemas surgidos, principalmente, a partir de la incertidumbre que se genera con la predicción de la demanda, han dado lugar al desarrollo de nuevos sistemas que se muestran en la sección 3. Estos sistemas tienen por objetivo disminuir el nivel de riesgo de demanda y conseguir situaciones de explotación más eficientes. En la sección 4 se describe la regulación del sistema concesional español, y se analiza la situación actual del sistema de autopistas de peaje en España.

Tanto los objetivos y principios que intervienen en el diseño de la estructura tarifaria de una concesión de carreteras, como la regulación de los precios fijados, se presentan en la sección 5. Uno de los problemas que presenta cualquiera de los métodos de concesión estudiados es el incentivo de la empresa concesionaria a reducir el nivel de calidad del servicio. También, en esta sección 5 se analizan los elementos que deben formar parte del mecanismo de control que garantice el cumplimiento de las condiciones establecidas en el contrato.

En la sección 6 se realiza un análisis comparativo de los principales métodos de licitación que se aplican en las concesiones de carreteras, incluido el sistema concesional español. Finalmente se propone el método del *mínimo valor presente de neto los ingresos* para resolver los problemas de incertidumbre asociados a la predicción de los costes de mantenimiento y administración que se generan con la explotación del servicio.

2. Costes de las infraestructuras de carreteras

Uno de los elementos esenciales para la elaboración y control de un contrato de concesión es el conocimiento exhaustivo de los costes involucrados en la construcción y explotación de una carretera. La función de coste de una carretera permitirá determinar, junto con la demanda, la tarifa que se imputará a los usuarios y de esta manera diseñar una propuesta económica que garantice una rentabilidad

⁴ Para una descripción detallada de los elementos que deben intervenir en un contrato de concesión, ver: Shaw, Gwilliam y Thompson, (1996); Crampes y Estache, (1997); Kerf et al, (1998) y Estache y De Rus (1999).

mínima para la empresa concesionaria. En esta sección se analizan los costes en los que se incurre en la producción de servicios de carreteras tanto desde el punto de vista de la empresa concesionaria encargada de construir y explotar el servicio, como desde el punto de vista del usuario de la misma.

La construcción y explotación de una carretera genera dos tipos de coste, por el lado de la oferta, los que debe asumir la empresa encargada de construir y explotar el servicio y por el lado de la demanda los que soportan los usuarios que utilizan la carretera (cuadro 2.1).

2.1. Costes para la empresa

Los costes que debe asumir la empresa son los que se generan con la construcción y explotación de la infraestructura y pueden ser clasificados conforme a la siguiente estructura: costes de construcción, costes de explotación que comprenden los de mantenimiento y administración y otros costes (cuadro 2.1).

En toda inversión en infraestructuras de carreteras van a estar presentes dos tipos de decisiones: capacidad y durabilidad. La capacidad hace referencia al tamaño de la infraestructura y determina el número de usuarios que podrán utilizar la vía. Por tanto, el diseño de la capacidad está en función de la predicción de la demanda y de la existencia de indivisibilidades. La durabilidad por su parte es una decisión que afecta fundamentalmente, al grosor diseñado para la capa de asfalto y, por tanto, determinará el coste y periodicidad de las acciones de mantenimiento que deberán ser efectuadas sobre la vía para garantizar las condiciones de circulación.

El diseño de una carretera es, fundamentalmente, una decisión de capacidad, por tanto los costes de construcción se pueden expresar como una función del número de vehículos que utilizarán la vía⁵. Por otro lado y debido a la indivisibilidad del capital, la capacidad deberá ser diseñada para soportar el flujo de vehículos en horas punta, lo cual dará lugar a situaciones de exceso de capacidad en aquellos periodos de menor intensidad. Pero además, los costes de obra civil y de los movimientos de tierra van a estar afectados también por la orografía del terreno. Una orografía accidentada dará lugar a movimientos de tierra más costosos y a una mayor presencia de túneles y puentes que elevarán el coste total de la construcción.

El número total de vehículos que circulan por una carretera no es una variable homogénea en función de la cual poder expresar el coste de la construcción. El espacio, por ejemplo, ocupado por un turismo al circular por la vía es aproximadamente la mitad que la que ocupa un autobús, mientras que el que utiliza un camión de gran tonelaje es aproximadamente dos veces y media superior al de un turismo (*Fowkes et al, 1992*). Tomando como referencia el espacio ocupado por un turismo será posible expresar de forma homogénea la previsión del tráfico y consecuentemente la relación entre la capacidad de la vía y su coste de construcción. Esta unidad de medida es conocida en la literatura como *passenger car unit (pcu)*, (cuadro 2.1).

⁵ Aunque también influirán de forma importante las condiciones geográficas donde se ejecute la obra.

La degradación del pavimento tiene un coste tanto para el usuario como para el concesionario. En el primer caso, el deterioro de la calzada va a disminuir la velocidad de circulación con el consecuente aumento de tiempo, pero también en el coste operativo del vehículo y en el riesgo de accidente. Para el concesionario, la reducción de la velocidad de circulación, como consecuencia del estado de la calzada, reduce la capacidad de la vía, lo que puede desviar parte de la demanda a otras vías alternativas o incluso a otros modos de transporte.

Existe, por tanto, un incentivo a mantener las condiciones de circulación de la calzada en torno a un cierto nivel de calidad por parte del concesionario. Sin embargo, la propia acción de reasfaltado genera un coste que es el que se deriva de los materiales, mano de obra y maquinaria que se requiere para su realización. Pero también, por otro lado, las acciones destinadas al reasfaltado de la calzada afectan a las condiciones de circulación reduciendo la capacidad de la vía durante el espacio temporal en el que estas se desarrollan.

La empresa concesionaria invertirá en durabilidad de la infraestructura al objeto de minimizar el efecto que genera el deterioro de la red. Invertir en durabilidad representa fundamentalmente invertir en capas de asfalto de mayor grosor, con su correspondiente aumento en costes. En general cabe esperar que la empresa invierta en durabilidad hasta el punto en el que el incremento en el coste derivado de un aumento de la durabilidad, sea equivalente al ahorro derivado de las acciones de mantenimiento y de pérdida de capacidad de la vía.

Para expresar en unidades el coste de mantenimiento, además de la variable número de vehículos-kilómetro habrá que encontrar una magnitud que permita homogenizar el deterioro causado por los vehículos en el pavimento. El daño que ocasiona un vehículo al circular por una carretera no depende de su peso total, sino de la presión que ejerce cada uno de sus ejes sobre la calzada (*Small et al, 1989*).

Tests realizados en 1956 por “The American Association of State Highway Officials” permitieron aproximar una ecuación que determina el número de ejes estándar de un vehículo (*Boyer, 1997*):

$$\text{número ejes estándar} = \left[\frac{\text{suma peso por eje}}{10} \right]^4 \quad (2.1)$$

La expresión anterior, conocida como la regla de la cuarta potencia, define el número de ejes de 10 toneladas que producirán un daño equivalente al vehículo en cuestión. Por ejemplo, un vehículo de cuatro ejes, dos ejes soportando 9 toneladas y el resto 10, es equivalente al daño que ocasionan 3,3 ejes estándar de 10 toneladas cada uno. Así por ejemplo, un camión de dos ejes con una capacidad máxima de 15 toneladas va a ejercer un deterioro 3 veces superior a un camión con el mismo peso pero repartidos en tres ejes. Un turismo va ocasionar un daño inferior sobre el pavimento que se estima en mil veces menor que el de un camión. El cociente entre el coste de mantenimiento de un kilómetro de calzada y el número de ejes standard, recoge el coste marginal de mantenimiento que ocasiona el paso de un eje estándar adicional por la vía.

El Ministerio de Fomento en su manual de evaluación en inversiones de carreteras (*MOPTMA, 1992*) da una aproximación de la importancia de los costes de mantenimiento. Para carreteras de dos calzadas la rehabilitación o reasfaltado asciende a diez millones de pesetas por kilómetro de vía. La conservación anual representa un gasto de cien mil pesetas por kilómetro el primer año creciendo linealmente hasta duplicarse en el año séptimo. A esto hay que añadir un coste anual del 0,5% del coste inicial de la construcción.

Una segunda aproximación ofrecida por el Ministerio de Fomento permite predecir el coste de mantenimiento de una carretera como un 1% del coste de construcción durante los seis primeros años y 1,6% a partir del séptimo año. Esto equivale a que una concesión de 25 años va a dar lugar a un coste de mantenimiento equivalente a un tercio del coste de la construcción en términos nominales⁶.

Además de los costes considerados, la explotación de una carretera de peaje requerirá un personal y unas instalaciones de administración destinadas a garantizar el funcionamiento del servicio (cuadro 2.1).

En general, la importancia que tienen los costes de explotación en la concesión de una carretera en Europa queda reflejada en los siguientes datos: en media, al cabo de 35 años, y con una demanda de 10.000 vehículos diarios, los costes de explotación suponen el 75% de los costes de construcción (*French Highway Directorate, 1999*). En España los gastos totales de explotación de la concesión de una carretera se sitúan entorno al 28% de los ingresos por peaje. La partida más importante es el coste de personal que se sitúan en torno al 64,8%. Estos se distribuyen de la siguiente manera, el 56% para el personal de las cabinas de cobro del peaje, el 26% para personal de mantenimiento de la infraestructura y, finalmente, el 18% para personal de administración (*Natwest Securities, 1997*).

La construcción y explotación de una carretera puede generar además otros costes no contemplados en las categorías mencionadas. Por ejemplo, la construcción de una nueva vía, podrá generar impactos de carácter medioambiental, como la ocupación de un área natural, el aumento de la emisión de ruidos y polución o la generación de efectos barreras. Estos impactos, en algunos casos, generarán un coste para el propio concesionario, si a este se le requiere la realización de acciones que mitiguen sus resultados. Así, por ejemplo, el paso de una autovía por una zona residencial puede dar lugar a la colocación de paneles acústicos que amortigüen el impacto del ruido.

2.2. Costes para el usuario

Por su parte los usuarios soportan un coste al circular por una carretera, conocido en la literatura como coste generalizado, y que comprende la suma de tres componentes: el tiempo de viaje, el coste en términos de accidentes y el coste operativo de los vehículos, en el que se recogen partidas como gasto en combustible, mantenimiento y depreciación del vehículo. Mientras que el coste operativo puede ser medido en unidades monetarias directamente, para convertir el tiempo y el riesgo

⁶ Sin actualizar.

de accidentes en unidades monetarias será necesario utilizar un valor de tiempo, en el primer caso, y un valor para el coste de la vida y de un accidente en el segundo⁷.

Para obtener el coste social total de una carretera, sólo se tendrán en cuenta aquellas partidas que representan utilización de recursos. Por tanto, no se incluirá el pago por impuestos⁸ porque se considera una transferencia de renta, ni el pago por peajes que sí representa un coste, pero que será computado en la función de coste total en sus respectivas partidas.

El coste generalizado en el que incurre un usuario al circular por una carretera está determinado por dos factores, por un lado, por las características técnicas de la vía y por otro lado, por la circulación simultánea con otros usuarios. Estas dos variables permiten establecer una relación inversa entre la velocidad de circulación media de una vía, medida, por ejemplo, en kilómetros por hora, y la densidad de circulación que mide el número de vehículos por kilómetro. En general una densidad de circulación baja permite que los usuarios alcancen la mayor velocidad de circulación permitida por la vía. A medida que la densidad aumenta la velocidad de circulación se reduce progresivamente, lo que elevará a su vez el coste del desplazamiento para el usuario.

El producto de la densidad y la velocidad de circulación permite obtener el flujo de circulación que recoge el número de vehículos que pasan por un punto de referencia durante una hora. Cada vía en función de sus características técnicas tiene definida una velocidad de libre circulación, que constituye la velocidad media a la pueden desplazarse los usuarios en condiciones de ausencia de congestión. Las características de la vía determinarán también el punto de inflexión a partir del cual la incorporación de nuevos usuarios entorpece la circulación del resto y reduce la velocidad media de circulación.

Cada carretera tendrá también definido un flujo máximo o capacidad máxima de vehículos que es capaz de soportar durante una hora. Una vez que se alcanza este nivel de circulación la incorporación de nuevos usuarios a la vía dará lugar a que el flujo de circulación disminuya.

A partir de la relación entre la velocidad y el flujo de circulación es posible establecer una expresión matemática que defina el coste para el usuario en función de las características de la vía y del volumen de circulación en un instante de tiempo determinado. La ecuación (2.2) expresa el coste total del usuario en función de dos variables, la capacidad de la vía, N , que representa sus características técnicas y el flujo de circulación de vehículos, q . Éste será igual producto entre el coste privado unitario que soporta cada usuario, $cu(N,q)$, que depende de las características de la vía pero también del nivel de congestión, y el volumen de usuarios por unidad de tiempo (véase Walters, 1968). Una pérdida de capacidad producida, por ejemplo, por el deterioro de una vía por falta de mantenimiento, elevará en general el coste

⁷ Véase como ejemplo para España, MOPTMA, 1992.

⁸ Que no estén destinados a recuperar el coste de una externalidad.

soportado por sus usuarios. Un aumento de la capacidad en condiciones de congestión, a consecuencia, por ejemplo, de un desdoblamiento, lo reducirá.

$$Cu(N, q) = cu(N, q) \cdot q \quad (2.2)$$

La ecuación (2.3) recoge la variación en el coste que se produce con la incorporación de un nuevo usuario a la carretera y que puede expresarse como la suma del coste privado que debe soportar el nuevo individuo, $cu(N, q)$, más la variación en el coste privado de los usuarios originales multiplicado por su número. El primer término representa el coste que soporta el nuevo usuario y el segundo la externalidad que produce sobre el resto.

$$dCu(N, q)/dq = cu(N, q) + q dcu(N, q)/dq \quad (2.3)$$

En ausencia de congestión la incorporación de un nuevo usuario a una carretera no afecta al coste que soporta el resto, de modo que la segunda componente de la expresión (2.3) es nula y la variación en el coste total viene recogida sólo por el coste privado asumido por el usuario. Sin embargo en situaciones de congestión la incorporación de un nuevo individuo genera un coste sobre el resto, lo que da lugar a un aumento del coste total superior al privado soportado por el usuario, lo que a su vez conducirá a una situación de ineficiencia económica si ese sobre coste no se internaliza.

Cuadro 2.1. Estructura de costes de una carretera

	Componentes del coste total		Expresado en términos de
Oferta	Construcción		Estudio técnico Movimiento tierras Obra civil y expropiaciones Señalización vertical y horizontal Iluminación Pcu-kms Veh-kms
	Explotación	Mantenimiento	Limpieza Reparaciones ordinarias Reparaciones accidentes Reasfaltado de la calzada E.s.-kms Veh-kms
		Administración	Instalaciones, edificaciones y personal para la administración de la carretera y para la prestación de servicios a los usuarios Pcu-kms Veh-kms
	Otros costes		Costes diversos Costes medioambientales Pcu-kms Veh-kms
Demanda	Usuarios		Tiempo Accidentes Coste operativo del vehículo Pcu-kms Veh-kms

Nota: (E.s.) = número de ejes estándar.

(Veh-kms) = número de kilómetros recorridos por los vehículos.

(Pcu) = espacio ocupado por un turismo.

Resumiendo, la función de costes de una carretera es la suma de cinco componentes. El coste de *construcción*, que se expresa en términos del número de vehículos-kilómetro y del número de pcu-kilómetros para la que ha sido diseñada. El coste de *mantenimiento*, que se expresa en términos del número de ejes estándar-kilómetro y del número de vehículos-kilómetro. El coste de *administración y otros costes* y el *coste de los usuarios*, que vendrán determinado por el número de vehículos-kilómetro y por el número de pcu-kilómetros que utilizan la vía (cuadro 2.1).

3. Sistemas de concesión privada de infraestructuras de carreteras

Todo procedimiento de licitación de un servicio o infraestructura debe reunir dos características *transparencia* y *competitividad* entre los operadores. El primero se puede considerar una condición necesaria para la competitividad. Esto beneficia a los consumidores como usuarios finales, pero también como contribuyentes, así como a los propios operadores que participan en el concurso. El Estado o agencia responsable tendrá la función de emprender las acciones necesarias para que estas condiciones se cumplan.

Los criterios utilizados para resolver los procesos de licitación determinan de manera importante la consecución de los objetivos mencionados. Estos criterios se pueden clasificar en cualitativos y cuantitativos. Los primeros necesitan especificar las variables que van a ser utilizadas para la valoración y selección de las alternativas disponibles. Resultan, en general, procedimientos menos transparentes y necesitan más tiempo para ser resueltos. Los procedimientos basados en criterios cuantitativos requieren la definición de una variable objetiva, que es la que determina la selección de la mejor alternativa.

Salvo en presencia de externalidades y problemas de información, se puede afirmar que todo proceso de concurso público, en el que las empresas compiten libremente por la adjudicación, va a dar lugar a una situación eficiente, de modo que el valor presente de los peajes minimizará las rentas derivadas de la situación de explotación de monopolio del concesionario, pero garantizará la explotación del servicio si la demanda es la suficiente para cubrir sus costes (*Engel et al, 1996*).

El problema surge cuando intervienen problemas de información que con algunos métodos de licitación son más complejos de resolver. El principal problema de información con el que se encuentran las empresas que licitan por la concesión de una carretera de peaje es la incertidumbre que presenta la predicción de la demanda de desplazamientos. En esta sección se analiza como este problema puede dar lugar a situaciones como, por ejemplo, un concurso que se resuelve en función del mínimo peaje ofertado por la empresa concesionaria, puede ser ganado por el licitante que presentaba una menor tasa de riesgo y/o una previsión más optimista de la demanda. Esto puede perjudicar gravemente al funcionamiento del sistema ya que, como consecuencia de esta circunstancia, el servicio es prestado finalmente por la empresa que no se presentaba como la más eficiente productivamente, con el consecuente aumento en los costes de provisión y explotación del sistema y su repercusión sobre

las tarifas impuestas a los usuarios o sobre los subsidios requeridos a la administración.

Aunque en la experiencia internacional predomina la utilización del método del mínimo peaje como mecanismo de licitación de carreteras, los problemas surgidos, principalmente, a partir de la incertidumbre que se genera con la predicción de la demanda, han dado lugar a mecanismos complementarios de garantía de este mismo sistema, e incluso al desarrollo de nuevos sistemas como el método del *mínimo valor presente esperado de los ingresos* que tienden a disminuir el nivel de riesgo de demanda y, por tanto, a generar situaciones de explotación más eficientes.

3.1. Concesiones basadas en el mínimo peaje

La aplicación del método del mínimo peaje para la adjudicación de la construcción, explotación y mantenimiento de una carretera presenta, en principio, como un sistema transparente y que incentiva la competitividad. La ventaja que muestra es su simplicidad, tanto para la resolución del concurso como para la propia explotación de la concesión. Siempre que las ofertas cumplan con los requisitos técnicos establecidos en las bases del concurso, la agencia estatal encargada de resolver el concurso se limitaría simplemente a seleccionar la oferta que presente el mínimo peaje. Este criterio ha sido utilizado para resolver concesiones de proyectos como la autopista Buga-Tuluá en Colombia, o las autopistas M1 y M15 en Hungría.

En la resolución de este tipo de concursos las empresas licitantes compiten también ofreciendo el pago de un canon, si se trata de un proyecto financieramente rentable, o minimizando el subsidio requerido a la Administración, si se trata de proyectos deficitarios. Mediante el pago de un canon se han resuelto, por ejemplo, en Chile proyectos como el túnel del Melón, el acceso norte a Concepción, o la autopista Santiago-Los Andes, Santiago-Talca, Santiago-Los Vilos o Talca-Chillán (*Gómez-Lobo e Hinojosa, 1999*).

Sin embargo, lo que en principio resulta ser de directa aplicación presenta algunos inconvenientes. En primer lugar, deberá establecerse una tasa de actualización de los peajes, que permita actualizar el precio cobrado a los usuarios en función de la inflación. Por otro lado, los oferentes deberán disponer de una predicción de la demanda que les permita llevar a cabo una previsión futura de sus ingresos y costes, indispensable para poder analizar la rentabilidad de la inversión y para poder determinar su oferta.

La ecuación (3.1) recoge el valor actual neto (VAN), en términos reales, que generará la explotación de una concesión. En este caso el licitante debe determinar el precio (p_{jt}) que ofrecerá para cada categoría de vehículo de modo que el VAN sea aproximadamente cero, lo que le garantizará unos beneficios normales equivalente al coste del capital. El precio que fije el concesionario condicionará el volumen de tráfico que circulará por la vía (q_{jt}). La respuesta de los usuarios ante el precio definido por el concesionario dependerá de lo cautiva que sea la demanda. Ésta quedará determinada por la combinación de varios factores entre los que se puede

destacar: la existencia de alternativas, el ahorro en el coste total del desplazamiento que le suponga utilizar la carretera de peaje y la valoración que el usuario tiene del desplazamiento que está realizando, lo que determinará su disposición a pagar.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^k (p_{jt} q_{jt}) \frac{1}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^l Cc_t \frac{1}{(1+r)^t} - \sum_{t=l}^n (Cm_t(q) + Cad_t(q) + Cf_t) \frac{1}{(1+r)^t} \quad (3.1)$$

donde:

p_{jt} = peaje cobrado por el concesionario al tipo de vehículo j en el momento t .

q_j = demanda de vehículos del tipo j en el momento t .

Cc_t = coste de construcción en el momento t .

Cm_t = coste de mantenimiento en el momento t .

Cad_t = coste de administración en el momento t .

Cf_t = coste financiero en el momento t .

Durante los primeros l periodos, los costes que se generan serán los de construcción. El proyecto no está en explotación, y por tanto, no se generarán ni ingresos, ni costes de mantenimiento (Cm), ni de administración (Cad). Si el proceso de licitación es transparente, competitivo y garantiza que el ganador sea el más eficiente, el concesionario tiene el incentivo de minimizar los costes para poder ofrecer el mínimo peaje. Cuando el proyecto está en funcionamiento, hay que controlar la calidad para garantizar que se cumplan las condiciones establecidas en el contrato de concesión en este aspecto. La razón es que el concesionario tiene el incentivo a reducir el nivel de calidad con el fin de minimizar sus gastos y aumentar sus beneficios.

Si en la concesión no están funcionando mecanismos de garantía, existe un mínimo de calidad que el concesionario ofrece al objeto de no disminuir, también de forma importante, la demanda de usuarios de la vía y consecuentemente sus ingresos. Éste será mayor a medida que sea menos cautiva la demanda. Sin embargo, cuando el concesionario dispone de garantías de ingresos el incentivo a reducir la calidad del servicio será mayor.

La fiabilidad del estudio de demanda resulta determinante para que el operador pueda elaborar su oferta económica. Ésto es particularmente importante si se tiene en cuenta que el concesionario dispondrá de un plazo fijo definido en el contrato para la recuperación de la inversión. Sin embargo, realizar la estimación de una función demanda para periodos de 20 ó 30 años va a estar sometida a una variabilidad muy alta. La incertidumbre puede generar una tendencia por parte de los oferentes a elevar la tasa ofertada para cubrir el nivel de riesgo.

La información de la predicción de demanda debe estar disponible también para la agencia estatal encargada de resolver el concurso. Ésto permitirá desechar ofertas que no sean consistentes con la previsión futura de ingresos y costes y que pueden dar lugar a proyectos económicamente arriesgados que generen la intervención del Estado para rescatar la concesión con el consecuente coste económico. En este

sentido la agencia estatal encargada de resolver el concurso puede poner a disposición de los concursantes el estudio de predicción de la demanda.

La incertidumbre que presenta la predicción de la demanda va a depender también de las características del propio proyecto. Una demanda cautiva como en el caso del puente de Dartford, 120.000 vehículos al día, (*MERCER, 1996*) en el Reino Unido va a reducir el riesgo asignado a la respuesta de la demanda ante la implantación de un sistema de peaje. El riesgo es más alto para la construcción de una nueva carretera, como fue el caso de la autopista *M1* en Hungría, donde el volumen de tráfico real alcanzó sólo el cincuenta por ciento de la predicción de demanda, 11.000 vehículos diarios (*MERCER, 1996*). La predicción de tráfico para la vía Dulles Greenway en el estado de Virginia, Estados Unidos, que originalmente pretendía atraer 34.000 mil vehículos diarios en el primer año de funcionamiento se quedó sólo en 11.500. En este caso influyó de forma importante el diseño del nivel de peaje, ya que después de ser reducido de 1,75 a 1\$ la demanda aumentó hasta 23.000 vehículos diarios (*Fishbein y Babbar, 1996*)

El problema de incertidumbre en la previsión de la demanda puede considerarse, por tanto, el principal inconveniente que presenta este tipo de concursos. La experiencia demuestra que existe una tendencia importante a la renegociación de las condiciones del contrato de concesión, lo que puede dar lugar a importantes problemas de ineficiencia económica. Así, se puede dar la paradoja de que no sea el operador más eficiente en la provisión y explotación del servicio el que gane el concurso, sino el más optimista o el de menor aversión al riesgo. También puede ocurrir que el verdadero interés del licitante esté en los beneficios generados con la construcción, no en la explotación del servicio tal como han señalado *Gómez-Ibañez y Meyer (1993)* para algunos casos en Francia y México.

De forma complementaria y buscando precisamente compensar la tasa de riesgo del concesionario, surgen mecanismos de garantía basados en las desviaciones que experimenta el flujo real de usuarios cuando el proyecto entra en funcionamiento en comparación con las previsiones iniciales de la demanda. Tal como se desprende del cuadro 3.1, éste tipo de mecanismo de garantía convierten la aplicación de éstos sistemas de licitación en procesos muy complejos y que requerirán de un gran esfuerzo de supervisión por parte de la agencia representante del gobierno, debido a las necesidades de medición de volumen de tráfico, y de evaluación de costes de las empresas concesionarias.

La experiencia que presenta un gobierno con relación a las facilidades que se dan para la renegociación de las condiciones de un contrato de concesión, puede dar pie a que no se alcance una explotación eficiente desde el punto de vista de los costes del servicio. Si el gobierno se caracteriza por dar facilidades en este sentido a las empresas concesionarias, no existirá un incentivo a una producción eficiente del servicio y sí a una renegociación de los ingresos necesarios para la explotación del sistema. Ésto puede conducir a problemas más graves de diseño de capacidad de la infraestructura, pudiéndose dar el caso de construcciones que en condiciones óptimas resultan innecesarias.

Cuadro 3.1. Mecanismos de garantía de ingresos

<i>Caso</i>	Mecanismo de garantía	Contraprestación recibida por el Estado
<i>Autopista Buga-Tuluá (Colombia)</i>	Los ingresos del concesionario son garantizados por el gobierno.	A partir de un cierto nivel de tráfico la recaudación por peajes es ingresada al Estado íntegramente.
<i>Túnel El Melón y carretera Madera (Chile)</i>	El gobierno garantiza los ingresos suficiente para cubrir el pago del 70 % de los costes.	Si el tráfico anual sobrepasa cierto nivel el concesionario ingresa al Estado el 30% de los ingresos
<i>Carretera de acceso al aeropuerto AMB (Chile)</i>	El gobierno garantiza los ingresos suficiente para cubrir el pago del 70 % de los costes.	Se comparte el 50% de los ingresos a partir de un cierto nivel de tráfico. Esto se aplica a partir de que los ingresos actualizados superen una tasa de cobertura de capital del 15%.

Fuente: *Fishbein y Babbar (1996)* y *Gómez-Lobo e Hinojosa (1999)*

La adaptación de las condiciones de la infraestructura a la evolución de la demanda puede dar lugar a una modificación de las condiciones del contrato o incluso a su rescisión. Esto se plantea como un problema importante en este tipo de concesiones, debido a que no existe una medida cierta de los beneficios que se generarán a lo largo de la vida del proyecto y que permitiría determinar la indemnización que debe recibir el concesionario.

La supervisión del organismo regulador va a requerir, en primer lugar, un seguimiento de las condiciones de calidad del servicio. Tal como se ha planteado anteriormente, existe un incentivo por parte del operador de la infraestructura a reducir los costes de mantenimiento y administración para aumentar la rentabilidad de la inversión. Por otro lado, la aplicación de los mecanismos de garantía reducirán las probabilidades de renegociación del contrato, al disminuir el riesgo asociado a la predicción de la demanda, pero en cambio, darán lugar a la necesidad de una mayor supervisión por parte de la agencia reguladora del funcionamiento de la explotación.

3.2. Método basado en el mínimo plazo de concesión

Como el método anterior, este mecanismo se caracteriza por la determinación de una variable cuantitativa para resolver el concurso. En esta ocasión gana el concurso la empresa que ofrezca devolver la concesión en el plazo más corto. Este método ha sido aplicado por el gobierno mexicano para la concesión privada de carreteras como la México-Toluca. Esta vía conecta los suburbios del oeste de la ciudad de México con Toluca, una ciudad industrial de quinientos mil habitantes (*MERCER, 1996*). Se trata de una carretera de seis carriles con una longitud de 22 kilómetros, con una inversión inicial de 313 millones de dólares. La concesión se otorgó a aquella

empresa que ofreció el plazo de explotación de la concesión más bajo. Aunque en principio el contrato tenía una duración de 5 años, posteriormente esta se extendió a 11 años.

Varios elementos influyeron en el fracaso del sistema mexicano (*Ruster, 1997*). La inexistencia de un mercado de capitales capaz de satisfacer las necesidades de largo plazo de las empresas concesionarias. Las concesiones fueron otorgadas para periodos considerablemente cortos, teniendo en cuenta el volumen de recursos financieros que se involucran en este tipo de inversiones, entre 5 y 12 años. Ésto llevó a una situación de quiebra técnica ya que las empresas no disponían de la generación de ingresos suficientes para satisfacer el pago de la deuda, ya que el plazo de reembolso de éstas era excesivamente corto, y porque las empresas fijaron unas tarifas demasiado altas, lo que desvió la demanda a carreteras públicas alternativas, que aunque tenían peores condiciones de acceso eran gratuitas para los usuarios. Ésto dio lugar a que las carreteras de acceso libre presentaran altos índices de congestión y las carreteras de peaje no cumplieran con su cometido de servicio público alternativo, debido a los altos niveles de peaje que se habían establecido para su uso.

La ecuación (3.1) puede ser utilizada, también, para expresar el *VAN* de una concesión que se adjudica mediante este método. La estructura es la misma que para el método del mínimo peaje, la diferencia está en la interpretación de sus elementos. En este caso, el concesionario no compite ofreciendo el mínimo peaje (p_j), sino la mínima duración de la concesión. La opción que tiene el concesionario es la de elevar el peaje, de modo que se recuperen antes los costes de construcción, y explotación (mantenimiento, administración y financieros) y que finalmente la duración se acorte.

De la misma manera que el método del mínimo peaje, el concesionario tiene el incentivo de reducir las acciones de mantenimiento y ofrecer un nivel de calidad mínimo que le garantice sus ingresos, ya que de esa manera reducirá sus costes de explotación y aumentará consecuentemente sus beneficios.

La garantía de ingresos estaba basada en la extensión de la duración del contrato si no se cumplían las predicciones de la demanda. Éste elemento fue utilizado por el concesionario para la extensión del plazo de recuperación de la inversión. Este tipo de mecanismo de garantía introduce una serie de elementos en el sistema de concesión que resulta interesante analizar. En primer lugar, abre la posibilidad, revelada también en el método de mínimo peaje, de que el licitante que gane el concurso sea aquel que presente la previsión de tráfico más optimista y no necesariamente el más eficiente.

Es un sistema inflexible también para el establecimiento de una estructura tarifaria que permita modificar la demanda de acuerdo con la capacidad de la infraestructura lo que llevaría a una renegociación de las condiciones del contrato. Se trata de un sistema que se presenta como una alternativa limitada si la evolución de la demanda requiere, por ejemplo, ampliaciones de la infraestructura. En este caso, no existe una valoración exacta de la indemnización que debe recibir el concesionario para que se pueda realizar la rescisión del contrato.

3.3. Método del mínimo peaje sombra

La financiación privada de carreteras mediante peajes sombra se articula a través del pago que realiza el Estado a la empresa concesionaria en función del número de vehículos que utilizan la vía. A cambio el concesionario se compromete a construir, mantener y explotar la carretera durante el periodo de concesión y finalmente a la devolución de la propiedad al Estado en las condiciones acordadas en el contrato.

A diferencia de otros sistemas de participación de capital privado, los usuarios no realizan ningún tipo de pago directo al operador de la vía, por tanto, los ingresos de éste provienen exclusivamente de las transferencias realizadas por el gobierno. La concesión se adjudica a la oferta que solicita la menor subvención o peaje sombra en función del número de vehículos que utilizan la vía. Por tanto, la única diferencia con el método del mínimo peaje es que en este caso la empresa obtiene sus ingresos del sector público en lugar de obtenerlos directamente de los usuarios.

La aplicación de este método presenta una ventaja importante, la empresa se ahorra los costes de administración derivados de la recaudación de los peajes. Estos pueden oscilar entre el 10 y el 15% de los ingresos. Por su parte, el coste de las instalaciones necesarias para efectuar el cobro de los peajes representa el 10% aproximadamente de los costes de construcción de la infraestructura (*French Highway Directorate, 1999*).

Este método ha sido aplicado por el Ministerio de Transportes británico en la construcción, mantenimiento y explotación con capital privado de ocho proyectos de carreteras que suman un total de 580 kilómetros. En Europa, se puede citar también el caso de la carretera de 70 kilómetros que une las poblaciones de Jarrenpa y Lahti en Finlandia, o la construcción del túnel Noord que amplía la conexión entre Rotterdam y el Rhin en Alemania. En este caso, el concesionario, además de los ingresos generados con el peaje del túnel, recibe del gobierno holandés una aportación que debe destinar a acciones de mantenimiento o ampliación de la infraestructura y que está en función del número de vehículos que utilizan la vía (*Highway French Directorate, 1999*). El cuadro 3.2 describe los casos de las cuatro primeras concesiones que se adjudicaron en el Reino Unido con este sistema.

El cuadro 3.3 muestra un ejemplo de la relación entre el peaje solicitado por el concesionario y el volumen de tráfico. Como se observa siempre debe existir una banda que establece el volumen de tráfico a partir del cual se suspende el pago del peaje sombra.

El procedimiento de licitación, en el caso inglés, se puede calificar como bastante complejo, la razón es que la resolución de los concursos se realizó tomando como criterios de selección los siguientes elementos: en primer lugar el valor presente esperado de los peajes sombra para una vida útil del proyecto de treinta años. En segundo lugar, el coste derivado de las situaciones de riesgo que debía asumir el Estado; y finalmente la variabilidad del pago de los peajes sombra.

Como se deduce del cuadro 3.3 el proceso de selección de la mejor oferta económica se presenta complejo. La razón es que cada empresa puede diseñar libremente la

cuantía y estructura de los peajes sombra solicitados, así como su evolución a lo largo de la vida útil del proyecto.

Cuadro 3.2. Proyectos financiados con peajes sombra en el Reino Unido

Proyecto	Año	Número kilómetros	Tipo de vía	Oferta económica del concesionario (millones libras esterlinas)	Predicción oficial valor esperado ingresos (millones libras esterlinas)
<i>M1-A1 Yorkshire</i>	1999	52	Autopista-Autovía 2-5 carriles	232	344
<i>A1(M) Alconbury-Peterborough</i>	1998	21	Autopista	154	204
<i>A419/A417 Swindon-Gloucester</i>	1998	52	Carretera 1-2 carriles	112	123
<i>A69 Carlisle-Newcastle</i>	1997	84.3	Carretera rural	62	57

Fuente: *Department of Environment Transport and Regions (1998)*

Cuadro 3.3. Oferta de peajes sombra por bandas de tráfico

Nivel de tráfico	Vehículos pesados			Vehículos ligeros		
	Veh/año (millones)	Peaje veh-km (peniques)	Pago anual (millones libras)	Veh/año (millones)	Peaje veh-km (peniques)	Pago anual (millones libras)
<i>Banda 1</i>	0-70	9	6.3	0-300	3	9
<i>Banda 2</i>	70-100	6	1.8	300-450	2	3
<i>Banda 3</i>	100-130	3	0.9	450-550	1	0.1
<i>Banda 4</i>	Más de 130	0	0	Más de 550	0	0

Nota: *Veh-km* = número de vehículos-kilómetro.

Fuente: *Department of Environment Transport and Regions (1998)*

En principio, la aplicación de este sistema que está enmarcado en un procedimiento de concurso público donde el proyecto se concede al mejor postor, en este caso el que solicita la menor subvención para la explotación del sistema, va a minimizar las rentas que se pueden derivar de la explotación monopolística del sistema. En este método como en los anteriores si los licitantes tienen posibilidad de renegociación de las condiciones del contrato, no hay garantías de que la empresa ganadora sea también la más eficiente.

La implantación del sistema ha supuesto que las empresas concesionarias deban asumir ciertos riesgos aparejados con la explotación del sistema. En primer lugar, tal como se ha planteado, una previsión optimista de la demanda no va a estar cubierta por ningún tipo de garantía de tráfico o de ingresos como se ha aplicado en otras situaciones, por tanto, el concesionario asume directamente este coste. La razón es que la filosofía de las autoridades en el inicio del proceso era el pago a las empresas concesionarias por la prestación de un servicio, por tanto, se paga en función del uso de la infraestructura, más que por la propia construcción y mantenimiento de la vía.

La expresión (3.2) permite aproximar la estructura y cuantía de la oferta que debe realizar cada empresa. El valor esperado actualizado de los peajes sombra (*VEAPS*) solicitados por la empresa para la vida útil de la concesión (*n*) debe ser aproximadamente igual a la suma actualizada de los flujos de costes en los que incurrirá con la provisión y explotación de la infraestructura. A diferencia de los métodos anteriores, el ingreso no proviene del cobro directo a los usuarios por el uso de la vía, por tanto, ps_{jt} es la subvención requerida por vehículo-kilómetro. El subíndice *j* recoge el tipo de vehículo. Esta es fija el concesionario no podrá modificarla, sólo podrá fluctuar por tipo de vehículo y a lo largo de la vida de la concesión, pero siempre de acuerdo a lo establecido en la propuesta inicial.

$$VEAPS = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^k (ps_{jt}(q)q_{jt}) \frac{1}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^l Cc_t \frac{1}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n (Cm_t(q) + Cad_t(q) + Cf_t) \frac{1}{(1+r)^t} \quad (3.2)$$

El elemento sobre el que puede incidir el concesionario son los costes de construcción y explotación del servicio. Las empresas concesionarias tienen el incentivo de llevar a cabo una explotación eficiente, tanto de las actividades de construcción como de explotación de la infraestructura. La minimización de los costes, manteniendo constantes sus ingresos, permitirá aumentar sus beneficios. Garantizar un nivel mínimo de calidad, atraerá demanda de otras vías y modos alternativos lo que permitirá aumentar los ingresos y consecuentemente los beneficios del concesionario. De nuevo las empresas se enfrentan ante la elección de invertir en calidad para atraer demanda y aumentar sus ingresos, y reducir el nivel de calidad del servicio para ahorrar costes y aumentar la rentabilidad de la inversión.

Sin embargo, existen elementos diferenciadores con otros sistemas. Por un lado, el concesionario tiene un tope de ingresos, mientras que el volumen máximo de demanda sólo está limitado por la capacidad. Por otro lado, se trata de proyectos de rehabilitación y mejora de vías de acceso libre, con menor número de alternativas y por consiguiente, con una menor respuesta de la demanda. Tal como ocurre con los sistemas estudiados anteriormente, es necesario la aplicación de métodos de control que garanticen que se cumplen las condiciones de calidad establecidas en el contrato de concesión. Para las cuatro concesiones recogidas en el cuadro 3.2 el gobierno tiene la posibilidad, durante los 5 años finales de la concesión, de retener hasta un 40% del pago de los peajes sombra con un tope del 40% de los costes de construcción. Las empresas corren también un riesgo financiero, un nivel bajo de demanda no permitirá generar los flujos de caja necesarios para hacer frente a los pagos de la deuda utilizada para la financiación de los proyectos.

La elección de la tasa social de descuento desempeñó un papel importante en la determinación del valor presente de los peajes sombra. Aunque en principio no cabe esperar que pudiera afectar a la elección de la mejor oferta, si se asume que la distribución de costes puede resultar bastante similar entre distintas ofertas, sí resulta crítica para determinar la rentabilidad del proyecto. Una tasa de descuento mayor, por ejemplo, reducirá los costes más intensivos en los primeros años de funcionamiento de la concesión.

La renegociación de las condiciones del contrato puede presentarse en este sistema si la previsión de costes no es correcta. La modificación de las condiciones del contrato va a plantear por su parte los mismos problemas de evaluación de la compensación que debe recibir el concesionario (IND), que los sistemas ya analizados, debido a que no existe a priori una valoración exacta de la rentabilidad neta prevista por el concesionario. Una solución es tomar como referencia la cifra del valor esperado de los peajes con los que la empresa ganó la concesión y descontarle el valor actual de los ingresos (I_t) obtenidos por el concesionario hasta el momento de la rescisión del contrato (s).

$$IND = \left[VEAPS - \sum_{t=1}^s \frac{I_t}{(1+r)^t} \right] \quad (3.3)$$

Expresar el valor de la compensación en el momento de cancelación requeriría capitalizar la expresión anterior al periodo presente (s), según aparece en la ecuación (3.4).

$$IND_s = \left[VEPS - \sum_{t=1}^s \frac{I_t}{(1+r)^t} \right] (1+r)^s \quad (3.4)$$

Sin embargo, hay otros elementos que también deben ser tenidos en cuenta. En primer lugar, a causa de la cancelación del contrato, es necesario disponer de la previsión de gastos de la concesión⁹. Como consecuencia de la rescisión del contrato el concesionario experimenta un ahorro de costes de mantenimiento y administración en los que no tendrá que incurrir. Este ahorro para el concesionario tendrá mayor importancia cuanto más cercano se encuentre el momento de la rescisión del contrato al inicio de la explotación del servicio. Pero además existe, también, un ahorro de costes financieros para el concesionario, el que este experimenta como consecuencia del adelanto en el pago de la deuda. El problema consiste en que para determinar ambas partidas es necesario establecer una predicción del momento en el que estaba previsto finalizar el contrato. Esto resultará más complejo cuanto más alejado se encuentre el momento actual de la previsible finalización del contrato. Teniendo en cuenta estas partidas la compensación neta que debería recibir el concesionario quedaría según se muestra en la ecuación (3.5).

$$IND_s = \left[VEPS - \sum_{t=1}^s \frac{I_t}{(1+r)^t} \right] (1+i)^s - \left[\sum_{j=s}^n \frac{Cm_j + Ce_j + Cf_j}{(1+r)^{j-s}} \right] \quad (3.5)$$

⁹ El contrato de concesión de la carretera chilena Santiago-Valparaíso-Viña del Mar (Ministerio de Obras Públicas, 1988) autorizaba al gobierno chileno a rescindir el contrato a partir del mes 12.

La aplicación de este sistema requiere un esfuerzo importante de información. Tal como se ha planteado el pago de los peajes sombra se realiza para dos clases de vehículos y por bandas de volumen de tráfico. Además se trata de vías de acceso libre con un gran número de entradas y salidas. Esto obliga al establecimiento de instrumentos de medición de tráfico en puntos estratégicos de la red. Los concesionarios establecerán sus propios mecanismos de control del tráfico que les permita contrastar los datos de tráfico obtenidos por la agencia estatal responsable. Los pagos son realizados con una periodicidad mensual o cuatrimestral basados en la predicción del tráfico para el periodo en cuestión en función de los datos históricos y corregidos posteriormente en función de los datos reales. El flujo de información deberá generarse también para cubrir elementos de control de calidad, destinado, fundamentalmente, al control de las acciones de mantenimiento y garantías de niveles de seguridad de la vía acorde a las condiciones establecidas en el contrato.

Como inconveniente se deriva que la demanda es la máxima posible (precio cero) con la consiguiente repercusión en la capacidad requerida y en los costes de construcción, mantenimiento y administración.

3.4. Método del mínimo valor presente de los ingresos

El principal problema que plantea la concesión privada de una carretera de peaje surge de la incertidumbre asociada a la predicción de la demanda. Tal y como se ha mencionado, esto ha dado lugar a la generación de mecanismos de garantía diseñados específicamente para concesiones de plazo fijo.

La importancia del método del mínimo valor presente de los ingresos se deriva del hecho de ofrecer una alternativa al problema de incertidumbre en la predicción de la demanda, asociado a las concesiones de plazo fijo. Consiste en seleccionar la propuesta económica que pide el menor valor esperado de los ingresos generados por el proyecto.

Por tanto, a diferencia de los métodos anteriores, este procedimiento no establece de forma explícita el periodo de duración de la concesión, que finaliza cuando el operador alcanza la cifra de ingresos ofertada en la licitación. El riesgo de cobertura de la deuda adquirida para la financiación del proyecto lo cubre la duración de la concesión. Esta se adapta a las fluctuaciones de la demanda, de modo que, no se reduzcan los ingresos del concesionario. Si la demanda es baja, por ejemplo, el periodo de concesión se alarga hasta que el concesionario pueda alcanzar la cifra de ingresos por la que licitó.

Esta ventaja se puso de manifiesto en el proceso de licitación de la carretera Santiago-Valparaíso-Viña del Mar ya que dos de las cuatro ofertas presentadas, entre ellas la del ganador, no optaron por la elección de garantías de ingresos que el gobierno chileno ya había aplicado en otras concesiones de plazo fijo. La licitación por menor valor de los ingresos reduce el riesgo del concesionario debido a que la varianza de los ingresos es menor. Esto dará lugar a que el valor actual de los peajes pagados por los usuarios sea menor. La reducción puede estar entre el 16 y el 65%, con una mediana del 30%, (*Engel et al, 1996*).

Debido a que el concesionario debe asumir el riesgo de la construcción y de las operaciones de explotación del servicio, existe un incentivo a evitar la construcción de infraestructuras innecesarias con exceso de capacidad (*Engel et al, 1996*). El sistema incentiva al concesionario a mantener una estructura productiva eficiente tanto en las operaciones de construcción, como durante la propia explotación del sistema. La razón es que al asumir el riesgo de los costes de construcción, mantenimiento y explotación, si sus ingresos son fijos su beneficio será máximo cuando minimice sus costes.

Propuesto inicialmente por *Engel, Fischer y Galietovic (Engel et al, 1996)* como alternativa a los sistemas de concesión de plazo fijo ha sido aplicado sólo en la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar en Chile. Se trata de un proyecto que supone la construcción de tres túneles y la rehabilitación de los 130 kilómetros de la actual vía que une Santiago con la costa, con una predicción de demanda de 12.600 vehículos/día para el año 1996. La obra requiere una inversión presupuestada oficialmente en 340 millones de dólares en valores actualizados y fue adjudicada en 1998 (el comienzo de la explotación se espera para el año 2001) a una empresa española, Sacyr, con una oferta de ingresos actualizados de 381 millones de dólares. La duración de la concesión tiene un tope de 25 años para la recuperación de la inversión (*Gómez-Lobo e Hinojosa, 1999*).

El valor presente de los ingresos ofertado por el concesionario (*MVPI*) debe cubrir el coste actualizado de la inversión inicial, más el coste derivado de las acciones de mantenimiento y administración de la infraestructura y finalmente el coste financiero de la deuda adquirida para su financiación.

$$MVPI = \sum_{t=1}^n \left(\sum_{j=1}^k p_{jt} q_{jt} \right) = \sum_{t=1}^l Cc_t \frac{1}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n (Cm_t(q) + Cad_t(q) + Cf) \frac{1}{(1+r)^t} \quad (3.6)$$

A diferencia de los métodos de licitación anteriores y debido a que el plazo de la concesión es variable, para determinar el coste actualizado de los costes financieros, de mantenimiento y de administración será necesario determinar la duración de la concesión (*n*).

La evolución de la demanda, y consecuentemente del flujo de ingresos generados con la explotación de la infraestructura, dependerá no sólo del peaje, que es fijado por el gobierno, sino también de la elasticidad precio de la demanda, en la que influirá, además de la valoración que los individuos tienen del desplazamiento, la existencia de sustitutivos cercanos.

La ausencia de riesgo no es total para el concesionario, ya que extender el periodo de concesión requiere nuevas inversiones en rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura, lo que va a aumentar los costes de mantenimiento y administración de la empresa concesionaria, y consecuentemente reducir su rentabilidad económica. Por tanto, será necesario realizar un estudio de demanda que permita determinar la rentabilidad económica de la inversión. Si bien el método permitirá al concesionario amortiguar el riesgo de una mala predicción de la demanda, limita en cambio la rentabilidad máxima que podrá obtener en el caso de que el proyecto resulte exitoso. (*Engel et al, 1996*).

Este sistema de concesión permite la aplicación, si así queda recogido en las condiciones del contrato, de un precio variable para los peajes, de modo que la agencia reguladora puede intervenir el nivel de la tarifa en función de las necesidades de la política económica que se desea aplicar. Esto no tiene que dar lugar a una renegociación de las condiciones, ya que la variación en los ingresos es absorbida por el propio sistema con la extensión o disminución del periodo de concesión.

La extensión del periodo de concesión sin embargo, dará lugar a un aumento de los costes de mantenimiento y explotación del servicio así como problemas de *cash flow* al variar sus predicciones de ingresos. En cambio, las políticas que generen aumentos en los ingresos, por ejemplo, la introducción de una tasa por congestión en periodos punta de tráfico, provocarán el efecto contrario, una disminución del plazo de concesión, pero también un ahorro de costes de mantenimiento y explotación.

El cuadro 3.4 recoge la estructura tarifaria que se diseñó para la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar y donde se recogió el objetivo de diseño y utilización eficiente de la capacidad de la vía. El cuadro 3.5 muestra la definición de periodos punta y valle también para esta concesión.

Este sistema permite también el establecimiento de una estructura unificada de tarifas para toda la red de infraestructuras de una región o de un Estado. Se evitan, por tanto, las situaciones contradictorias de falta de equidad, además de ineficiencia económica que pueden surgir con otros mecanismos que den lugar a tarifas bajas en carreteras con alto nivel de congestión y peajes más altos en aquellas vías con una baja densidad de circulación. En este caso para las carreteras más congestionadas el periodo de duración de la concesión será más reducido que para aquellas con menor intensidad de usuarios (*Engel et al, 1996*).

Cuadro 3.4. Factores de conversión de la tarifa para periodos punta en la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar

Tipo de vehículo	Factor de conversión por vehículo		
	Normal	Congestión	Alta congestión
<i>Motocicletas, turismos y furgonetas</i>	1.0	2.0	3.0
<i>Autobuses</i>	1.0	2.0	3.0
<i>Camiones de dos ejes</i>	1.0	3.0	3.5

Fuente: Ministerio Obras Publicas (1998).

Cuadro 3. 5. Periodos punta en la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar

Nivel de congestión	Sentido	Periodo del año	Días	Horario
<i>Alta congestión</i>	Este-oeste	Alta demanda y FSL	Domingo + Último día FSL	19.00-23.00
<i>Congestión</i>	Este-oeste	Alta demanda y FSL	Domingo + Último día FSL	17.00-19.00
	Este-oeste	Resto	Domingo	17.00-21.00
	Oeste-este	Alta demanda y FSL	Viernes + Día antes FSL	18.00-22.00
	Oeste-este	Alta demanda y FSL	Sábado + Primer día FSL	11.00-14.00
<i>Normal</i>	Cualquier horario no incluido en congestión y alta congestión.			

Nota: (FSL) = *Fin de semana largo*.

Fuente: *Ministerio Obras Publicas (1998)*.

El diseño de la política tarifaria determinará la corriente de ingresos y, tal como se ha planteado el periodo de duración de la concesión, esta ventaja que presenta este sistema no implica que el propio organismo regulador deba llevar a cabo un proceso de simulación que permita predecir la corriente de ingresos que percibirá la empresa concesionaria y, con ello, la duración de la concesión. La reducción en el valor presente de los ingresos percibidos por el concesionario cuando la concesión se extienda excesivamente (plazos de recuperación superiores a treinta años), puede dar lugar a que las empresas no presenten sus ofertas de licitación quedando desierto el concurso. Esta es una de las razones que *Gómez-Lobo e Hinojosa (1999)*, citan como una de las causas que han intervenido en que la segunda oferta de concurso público en Chile (Costanera Norte) haya quedado desierta.

Las características del sistema minimizan las situaciones de renegociación del contrato de concesión que han estado presente en los métodos de plazo fijo. Esto eleva el nivel de competencia entre las empresas licitantes e introduce transparencia en el proceso de selección.

El mínimo valor presente de los ingresos es un sistema que facilita la modificación del contrato de concesión ante posibles cambios en las condiciones de la demanda. Por ejemplo, un aumento de la demanda que dé lugar a una importante adaptación de la infraestructura resulta un problema menos complejo de resolver con el método del mínimo valor presente de los ingresos. La razón es que partiendo de la oferta económica que realizó el concesionario para adjudicarse la concesión y descontándole a ésta el valor presente de los ingresos obtenidos por el concesionario durante el periodo de explotación, se puede obtener la valoración económica que debe percibir el concesionario para ser compensado por los ingresos futuros.

El concesionario se enfrenta a un *trade-off* entre la minimización de sus costes y la prestación de un servicio con un nivel mínimo de calidad. La rapidez en el cobro del peaje evitando la formación de colas, invirtiendo en sistemas de cobro automáticos, o ampliando el número de cabinas de cobro, la celeridad en la reposición de las

condiciones normales de circulación después de un accidente mediante la dotación de los medios necesarios para llevarlo a cabo y, finalmente, el mantenimiento de las condiciones de calidad mínima del pavimento asegurarán que la capacidad de la vía pueda ser utilizada en su totalidad, evitando una desviación de los usuarios a otras alternativas u otros modos de transporte, lo que permitirá maximizar sus ingresos.

Retrasar las operaciones de mantenimiento de la infraestructura no parece que sea la solución para una empresa que debe competir con vías alternativas. La razón está en que esto producirá una disminución del flujo de usuarios y una extensión de la duración de la concesión. El hecho de aumentar la duración de la concesión implicaría mayores costes de mantenimiento, de administración y financieros y, por tanto, menores beneficios.

Este incentivo se reduce en los periodos finales de la vida de la concesión (*Tirole, 1997*). Acciones de reasfaltado que implican altos costes para la empresa pueden ser considerados como costes hundidos y que, por tanto, no podrán ser recuperados por el concesionario. Esto puede ser compensado con incentivos económicos por parte de la propia agencia reguladora que deben estar recogidos en las condiciones del contrato.

La aplicación de este método no requiere conocer los costes de la empresa concesionaria para determinar la rentabilidad del capital como en otros sistemas de plazo fijo, lo que facilita las funciones de control de la agencia reguladora, de modo que se plantea como un sistema que presenta mayor transparencia para el organismo regulador.

La elección de la tasa de descuento se plantea como uno de los problemas que presenta la aplicación de este método (*Tirole, 1997*). En primer lugar, puede afectar a la elección de la mejor oferta económica si los concursantes han realizado una predicción diferente de sus ingresos. Una tasa de descuento alta perjudica a aquellos concesionarios con una previsión más optimista de los ingresos en los primeros años de funcionamiento de la concesión y beneficia a aquellos que han estimado una mayor duración de la concesión en función de su predicción de ingresos, de costes de mantenimiento y de devolución de los costes financieros de la deuda adquirida para la financiación del proyecto.

Por otro lado, fijar una tasa de descuento alta genera un incentivo a que el concesionario extienda el plazo de concesión del servicio, mientras que si la tasa es baja, el concesionario deseará que la concesión tenga la menor duración posible (*Engel et al, 1996*). El primer caso puede dar lugar a una relajación de la política de comercialización de la empresa. En el segundo, el concesionario siempre estará dispuesto a una renegociación del contrato que de lugar a su rescisión.

Las bases de licitación de la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar establecían la posibilidad de que el concesionario pudiera elegir la aplicación de una tasa de descuento fija para la actualización de los ingresos, que el gobierno había fijado en el 10,5% y que surge como la suma de una prima de riesgo del 4% y tasa del 6,5%, o bien la posibilidad de una tasa variable en función del tipo de interés del mercado a

la que se le sumaría también una tasa de riesgo del 4% (*Ministerio de Obras Públicas, 1998*). La oferta ganadora optó por la tasa fija.

El cuadro 3.6 recoge un resumen de las principales características de cinco casos de concesiones de carreteras adjudicadas utilizando los criterios analizados en esta sección.

Cuadro 3.6. Casos de concesiones privadas de infraestructuras de carreteras

<i>Caso</i>	Buga-Tuluá (Colombia)	Puente Dartford (Reino Unido)	México-Toluca (México)	M1-A1 Yorkshire (Reino Unido)	Santiago-Valparaíso- Viña del Mar (Chile)
<i>Método adjudicación</i>	Mínimo peaje con garantía de ingreso	Varios criterios	Mínima duración	Mínimo peaje sombra	Mínimo valor presente ingresos
<i>Actuación</i>	Rehabilitación ampliación a cuatro carriles	Nueva construcción 4 carriles	Rehabilitación y ampliación a cuatro carriles	Rehabilitación y ampliación	Rehabilitación y construcción túneles.
<i>Tipo vía</i>	Autopista interurbana	Circunvalación Londres	Autovía urbana	Autovía interurbana	Autopista Interurbana
<i>Coste construcción (millones \$)</i>	31	126	313	n.d.	400
<i>Número kilómetros</i>	23	16	22	130	52
<i>Predicción tráfico (vehículos/día)</i>	10.000	120.000	22.000	n.d	12.600
<i>Peaje por kilómetro (\$)</i>	0.10	0.48	0.22	0	n.d.
<i>Duración concesión (años)</i>	15	20 con posibilidad que sean 6 menos	5 se amplió 11	30	Variable, máximo 25

Nota: n.d. = dato no disponible

4. Las autopistas de peaje en España

La red de carreteras en España se estructura en torno a tres categorías: carreteras nacionales, cuya titularidad corresponde a la Administración Central, carreteras regionales, que pertenecen a las respectivas Comunidades Autónomas y carreteras dependientes de las diputaciones o cabildos. Desde un punto de vista funcional hay que distinguir entre autopistas de peaje, autovías y autopistas libres, carreteras de doble calzada y otras carreteras (cuadro 4.1). En el año 1997 de los 162.795 kilómetros de carreteras que componen la red, 8.740 corresponden a carreteras de gran capacidad y de estos 2.063 son autopistas de peaje de los cuales 311 kilómetros son competencia de las Comunidades Autónomas, perteneciendo el resto a la Administración Central.

Las autopistas de peaje constituyen una forma de recuperar la inversión y de introducir participación privada en la construcción y en el mantenimiento y explotación de la misma. En la composición del capital en las carreteras de peaje en España, se observa que el peso de la participación pública asciende al 29%. Dentro de la participación privada destaca que el 58% lo componen grandes accionistas con participaciones superiores a 100 millones de pesetas, como son cajas de ahorros, empresas constructoras y bancos; el 13% restante son pequeños accionistas. La participación extranjera se limita al 7% del capital (*Ministerio de Fomento 1997a*).

La introducción de participación privada a través de contratos de concesión en la construcción, conservación y explotación de autopistas de peaje parece responder a la idea de aprovechar las ventajas de la producción pública y privada. Se persiguen como objetivos, por un lado minimizar problemas de posibles ineficiencias en la provisión pública y, por otro, reducir el poder de monopolio que podría surgir en caso de dejar actuar a una sola empresa en el mercado.

Sin embargo, por el Real Decreto 302/1984 se autorizó la creación de la Sociedad “Empresa Nacional de Autopistas, S.A” (ENAU), justificándose su creación porque con ella se dispondría de un organismo estatal que coordinara y desarrollara la gestión y la política de autopistas. Entre sus objetivos destaca: La promoción por sí misma o en concurrencia con otras entidades o empresas públicas o con personas o entidades privadas, de empresas cuyo objetivo sea la construcción o explotación de dichas vías, y la participación en el capital de sociedades que tengan tal objetivo y realicen su actividad como concesionarias del Estado u otro ente público o en virtud de otro sistema de gestión indirecta.

A pesar de ello, la primera actuación de esta Sociedad consistió en adquirir la totalidad de las acciones de la empresa concesionaria AUCALSA y del 50% de AUDENASA, por estar atravesando problemas financieros. También posee la totalidad de las acciones de AUDASA y de la empresa Servicios de Autopistas y Autovías, S.A. Posteriormente, le fue adjudicada la concesión de una autopista de peaje en Galicia a la empresa Autoestradas de Galicia cuya única accionista es ENAU.

Cuadro 4.1. Distribución de la red de carreteras. 1997. Longitud en kilómetros

Autonomías	Administración Central				Comunidades Autónomas				Diputaciones y Cabildos	Total
	Autopistas de peaje	Autopistas libres y autovías	Carreteras de doble calzada	Otras carreteras	Autopistas de peaje	Autopistas libres y autovías	Carreteras de doble calzada	Otras carreteras	Todas las carreteras	
<i>Andalucía</i>	93	911	191	1.947	0	473	75	10.119	10.876	24.685
<i>Aragón</i>	158	180	67	1.748	0	0	6	5.399	2.553	10.111
<i>Asturias</i>	22	110	19	537	0	3	0	4.083	0	4.774
<i>Baleares</i>	0	0	0	0	0	58	7	1.372	757	2.194
<i>Canarias</i>	0	0	0	0	0	175	56	1.749	2.346	4.326
<i>Cantabria</i>	0	112	9	427	0	0	0	2.033	0	2.581
<i>Castilla-La Mancha</i>	0	788	29	2.506	0	0	1	7.886	7.270	18.480
<i>Castilla y León</i>	194	552	101	3.716	0	39	15	11.156	16.783	32.556
<i>Cataluña</i>	461	171	85	1.196	166	145	45	5.085	4.582	11.936
<i>Extremadura</i>	0	238	29	1.072	0	0	9	3.479	3.959	8.786
<i>Galicia</i>	166	271	57	1.570	33	0	4	5.085	9.882	17.068
<i>Madrid</i>	17	450	15	112	0	17	156	2.591	0	3.358
<i>Murcia</i>	0	219	34	322	0	0	74	2.922	0	3.571
<i>Navarra</i>	39	0	0	0	112	73	2	3.540	0	3.766
<i>País Vasco</i>	196	0	0	4	0	0	0	0	4.139	4.339
<i>Rioja</i>	119	8	8	282	0	0	2	1.376	0	1.795
<i>Valencia</i>	287	466	47	1.014	0	55	20	2.713	3.807	8.409
<i>Ceuta y Melilla</i>	0	0	0	25	0	0	0	35	0	60
Total	1.752	4.476	691	16.478	311	1.038	472	70.623	66.954	162.795

Fuente: Ministerio de Fomento 1996 y 1997b

El funcionamiento de las autopistas está sometido a una estricta regulación de las condiciones básicas en las que los agentes privados desempeñan su actividad. Esta regulación se materializa en la *Ley 8/1972, de construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión* (Jefatura del Estado, 1972) y en la *Ley 13/1996 que modifica los artículos 2, 8, 13, 25 y 30 de la Ley 8/1972* (Jefatura del Estado, 1996) y la *Ley 66/1997 que modifica los artículos 2, 8 y 25 de la Ley 8/1972 en su redacción dada en la Ley 13/1996* (Jefatura del Estado, 1997).

La Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje es el órgano encargado de las relaciones de la Administración del Estado con la sociedad concesionaria, según se define en el *Real Decreto 657/1986 sobre organización y funcionamiento de la Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje* (Presidencia del Gobierno, 1986). Se trata de un órgano administrativo adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (en la actualidad Ministerio de Fomento). Entre otras funciones se encarga de proponer al Ministerio de Fomento la aprobación, en su caso, de las revisiones de tarifas y peajes solicitadas por el concesionario. También propone las sanciones que procedan por incumplimiento de las obligaciones contractuales por parte de la sociedad concesionaria.

El proceso de concesión de las autopistas se inicia con la publicación en el Boletín Oficial del Estado (BOE) de los pliegos de bases y de cláusulas administrativas particulares a que deberá ajustarse la concesión administrativa. En estas órdenes se recogen las condiciones específicas de cada concesión.

4.1. Descripción del sistema de autopistas de peaje en España

Según el artículo 2 de la *Ley 8/1972* y sus posteriores modificaciones (*Ley 13/1996* y *Ley 66/1997*), “*podrán ser adjudicatarios del concurso las personas físicas o jurídicas, nacionales o extranjeras, que tengan plena capacidad de obrar...*”. Una vez ganado el concurso, el adjudicatario está obligado a constituir una sociedad anónima de nacionalidad española con el fin de construir, conservar y explotar la autopista adjudicada. No parecen, por tanto, existir trabas legales para la participación de capital extranjero en las sociedades concesionarias.

En el cuadro 4.2 se recoge un resumen de las características de las empresas concesionarias de carreteras de peaje en España. Se muestra el itinerario que corresponde a las 16 empresas concesionarias españolas, la longitud de cada tramo adjudicado, y el periodo de concesión, que ronda los 50 años para la mayoría de las concesionarias. Se distingue entre el tipo de administración que otorga la concesión (Estado o Comunidad Autónoma) y, por último, el tipo de propiedad. Puede observarse que en términos de capital el 29% (cuadro 4.2) es de carácter público y en términos de longitud aproximadamente el 20% de los kilómetros de autopistas de peaje pertenecen a las diferentes administraciones públicas

Cuadro 4.2. Características de las sociedades concesionarias. 1998

Sociedad Concesionaria	Itinerario	Longitud (km)	Periodo concesión (nº años)	Administración concedente	Vehículos-km (millones)	Capital social (mill. Pts, 31-12-97)	Tipo de propiedad
<i>ACESA</i>	A-2 Zaragoza Mediterráneo A-7 Papiol-Molins del Rey A-7 La Junquera-Tarragona A-17 Barcelona-Montmeló A-19 Montgat-Palafolls	541,5	1967-2016 (49)	Estado Generalitat Cataluña	6.433,0	120.170	Privada
<i>AUCALSA</i>	A-66 León Campomanes	87,0	1975-2021 (46)	Estado	147,9	52.284	Pública
<i>AUCAT</i>	A-16 Barcelona-Coma-ruga	57,0	1989-2039 (50)	Generalitat Cataluña	157,0	11.783	Privada
<i>AUDASA</i>	A-9 Ferrol- Frontera portuguesa	206,4	1973-2023 (50)	Estado	851,2	32.599	Pública
<i>AUDENASA</i>	A-15 Tudela-Irurzun	112,0	1973-2029 (56)	Diputación Foral Gobierno Navarra	328,8	27.721	Pública
<i>AUMAR</i>	A-7 Tarragona-Valencia A-7 Valencia-Alicante A-4 Sevilla-Cádiz	225,3 148,5 93,8	1971-2019 (48)	Estado	2.150,7	66.725	Privada
<i>AUTEMA</i>	A-18/E-9 San Cugat-Manresa	48,3	1986-2036 (50)	Generalitat Cataluña	158,7	13.626	Privada
<i>Autoestradas</i>	A-55 A Coruña-Carballo Puxeiros-Val Miñor	32,6 27,3	1995-2045 (50)	Xunta Galicia		4.443	Pública
<i>Autopistas del Sol</i>	Málaga-Estepona	80,0	1996-2046 (50)	Estado		20.199	Privada
<i>AVASA</i>	A-68 Bilbao-Zaragoza	294,0	1973-2011 (38)	Estado	790,0	45.000	Privada
<i>Europistas</i>	A-8 Bilbao-Behobia	106,0	1968-2003 (35)	Estado	741,0	58.478	Privada
<i>Eurovías</i>	A-1 Burgos-Armiñón	84,0	1973-2017 (44)	Estado	375,0	7.884	Privada
<i>Iberpistas</i>	A-6 Villalba-Adanero	69,6	1968-2018 (50)	Estado	474,7	5.641,9	Privada
<i>TABASA</i>	E-9 Túnel de Vallvidrera	17,0	1987-2037 (50)	Generalitat Cataluña	117,2	21.600	Mixta
<i>Túnel del Cadi</i>	E-9/C-1411 Túnel del Calí	30,0	1973-2023 (50)	Generalitat Cataluña	47,9	17.584	Mixta
<i>Túnel del Soller</i>	C-711 Túnel de Sóller	3,1	1988-2016 (28)	Govern Balear	5,7	2.771	Privada

Fuente: ASETA, (1998)

En el cuadro 4.3 se muestra la evolución de la longitud de las autopistas de peaje en los últimos años, que asciende a 2.063 kilómetros en 1997. Destaca el crecimiento continuado de estas autopistas, siendo la tasa anual de crecimiento acumulada entre los años 1990 y 1997 del 1,05%, correspondiendo en el último año una tasa de crecimiento del 2,3%. Para este último año, se muestra también un crecimiento más intenso en el caso de autovías y autopistas libres, que se cifra en el 4,5%, evidenciando el peso relativo menor que todavía mantienen las autopistas de peaje con relación a las libres.

Cuadro 4.3. Carreteras de gran capacidad

Conceptos	1990	1993	1994	1995	1996	1997	% 96-97 ¹
<i>Autopistas de peaje</i> ²	1.898	1.991	2.011	2.023	2.017	2.063	2,3
<i>Autovías y autopistas libres</i>	2.537	4.586	4.474	4.939	5.276	5.514	4,5
<i>Carreteras de doble calzada</i>	691	827	1.251	1.171	1.204	1.163	-3,4
Total (Kilómetros)	5.126	7.404	7.736	8.133	8.497	8.740	2,8
<i>Vehículos-kilómetros (millones)</i> ³	9.016,1	9.509,0	9.783,2	9.781,7	9.544,0	10.123,1	6,1

¹ Tasa de crecimiento anual.

² La cifra correspondiente al año 1997 (2.063 km) no coincide con la del cuadro 4.5 (2.263 km), donde se muestra la longitud concedida que puede no haber entrado en funcionamiento.

³ Corresponde únicamente a las autopistas de peaje.

Fuente: *Ministerio de Fomento (1996 y 1997 a y b)*

En general y como consecuencia de la distinta repercusión que las diferentes modalidades de tráfico imponen sobre los costes del sistema, se suele clasificar el tráfico en vehículos ligeros y vehículos pesados¹⁰. Los primeros incluyen: motocicletas, turismos y vehículos comerciales con carga inferior a 1.000 kg. Los vehículos pesados, que comprenden los autobuses y los camiones, representan en media aproximadamente el 16% del total de tráfico del año 1997 para el conjunto de autopistas.

Este dato es importante a la hora de establecer el sistema de tarifas dado que la contribución a los costes de variables de este tipo de vehículos es mayor que la de los ligeros (se estima que un vehículo pesado impone un coste sobre el sistema igual al de uno ligero elevado a la cuarta potencia). En el anexo 1 (cuadro a1.1) se muestra las distintas estructuras tarifarias por empresa concesionaria en relación con la demanda expresada en intensidad media diaria (IMD). En este cuadro se observa que la estructura tarifaria influye sobre la distribución del tráfico, por ejemplo en Eurovías donde hay poca diferencia entre las tarifas de los vehículos pesados y

¹⁰ Los servicios de infraestructura de carreteras muestran naturaleza multiproducto, ya que los costes varían según se provea el servicio a un vehículo pesado o a uno ligero (véase sección 2).

ligeros (alrededor de un 8%) el porcentaje de vehículos pesados está por encima de la media.

Esta situación surgió como consecuencia de la renegociación del contrato de esta empresa concesionaria de forma que mantuvo los precios de los vehículos pesados al mismo nivel que los ligeros a cambio de la ampliación de la concesión. Con ello se produjo un aumento considerable del tráfico pesado, de manera que actualmente es la empresa que cuenta con la mayor proporción de vehículos de esta clase. Por el contrario, cuando la diferencia entre los precios es acentuada, por ejemplo en el Túnel del Cadí, el porcentaje de vehículos pesados se sitúa por debajo de la media. Sin embargo, este comportamiento no es general, debido a que influyen otras variables como la existencia o no de carreteras alternativas. Se comprueba que las empresas que más discriminan son Iberpistas, Tunel del Cadí y AUCALSA.

La intensidad media diaria (IMD) alcanzó en 1997 una media de 15.946 vehículos diarios. Esta cifra supone un incremento con respecto al año anterior de aproximadamente el 6%. Sin embargo, presenta una gran variabilidad entre las distintas autopistas dependiendo de la existencia de carreteras alternativas (ver cuadro a1.1 del anexo 1).

También hay que añadir que las intensidades de tráfico varían a lo largo del día obteniéndose dos horas punta muy acusadas: una por la mañana y otra por la tarde. De manera que entre el 6% y el 7% de la IMD se concentra en las horas punta del día. Así mismo, se observa una variación semanal en el flujo de tráfico, manteniéndose el periodo punta en los fines de semana. Para casi todas las autopistas coincide el viernes como el día de mayor intensidad de tráfico, llegando alcanzar valores del 140% sobre la IMD. La estacionalidad también está presente a escala mensual, de manera que los meses de verano y el periodo de Semana Santa están especialmente acusados en el gráfico anual de tráfico de autopistas de peaje.

Los ingresos obtenidos por los concesionarios de autopistas de peaje provienen principalmente de las tarifas que se cobran a los usuarios de las carreteras por hacer uso de sus instalaciones y de forma secundaria de las áreas de servicio. El cuadro a1.2 (anexo 1) refleja la evolución positiva de los ingresos por peajes obtenidos en la red estatal de autopistas. Los otros ingresos, que en general se refieren a los obtenidos por la explotación directa o indirecta de las áreas de servicio, también crecen de forma continuada en todo el periodo considerado. Los resultados que refleja el cuadro confirman que la explotación de las autopistas de peaje presenta una fase de maduración de las inversiones, lo que se traduce en un periodo largo de pérdidas para las empresas concesionarias que posteriormente se recupera como consecuencia del incremento de los ingresos por peaje. El resultado conjunto del sector es de signo positivo, representando los costes de explotación aproximadamente un 23% de los ingresos totales. El cuadro a1.3 (anexo 1) presenta la información de ingresos y gastos desglosado por empresas concesionarias para el año 1997. El cuadro a1.4 (anexo 1) presenta información de la estructura de costes de cuatro empresas concesionarias españolas para el año 1996. La proporción entre el coste anual de explotación y el coste de las inversiones fijas se sitúan entre el 2,9% de ACESA, que cuenta también con la red más extensa, y el 1,72% de AUMAR cuya red representa el 23% del total de kilómetros de carreteras de peaje en España.

4.2. Elementos del sistema de concesión en España

El primer paso para poner en marcha el proceso de licitación es la definición del proyecto que se quiere llevar a cabo. A continuación se pasa a la etapa de información pública, con la publicación de los pliegos de cláusulas y bases particulares. Una vez transcurrido el plazo de presentación de solicitudes se inicia el proceso de admisión. Las ofertas deben incluir tanto estudios técnicos como económicos del proyecto. Todas las solicitudes definitivamente admitidas serán estudiadas por una comisión designada al efecto por el Ministerio. Su misión consiste en seleccionar, en primer lugar, las ofertas que cumplen los requisitos técnicos, previamente definidos. La mesa de selección descalifica a aquellas ofertas que no superen los requisitos técnicos mínimos establecidos previamente en los documentos de licitación.

Una vez concluida esta prueba se procede a la fase de selección final. La mesa de contratación valorará las propuestas para cada uno de los criterios que aparecen en los pliegos de bases particulares, ordenados de mayor a menor importancia. En el cuadro 4.4 se muestran los criterios de selección para la adjudicación de la autopista de Alicante-Cartagena. En el pliego de bases para la concesión de las autopistas de peaje se fijan los límites máximos del sistema de precios, adjudicándose la concesión al operador que ofrezca un precio tal que, ponderado con los otros criterios de adjudicación, de como resultado la mejor oferta.

La modificación del artículo 30 de la *Ley 8/1972* por la *Ley 13/1996* establece que el plazo de la concesión se determina en el decreto de adjudicación, sin que este plazo, incluyendo las posibles ampliaciones recogidas en el artículo 25 bis de la *Ley 13/1996*, pueda superar los 75 años. En el pliego de bases para la concesión de las autopistas de peaje se fijan los límites máximos del sistema de precios, adjudicándose la concesión al operador que ofrezca un precio tal que, ponderado con los otros criterios de adjudicación, de como resultado la mejor oferta.

Cuadro 4.4. Criterios de selección para la adjudicación autopista Alicante-Cartagena

Criterios	Puntuación
1. Valor y naturaleza del préstamo participativo solicitado al Estado	350
2. Coste de la propuesta técnica presentada y límites máximos de la responsabilidad patrimonial de la Administración. Estructura de las tarifas y racionalidad de la estrategia propuesta. Consistencia de los gastos operativos previstos	250
3. Disponibilidad conjunta de recursos financieros, técnicos y humanos	200
4. Coherencia y niveles de solvencia del Plan Económico-Financiero	100
5. Calidad de la propuesta técnica presentada. Características estéticas y funcionales, planes de aseguramiento de calidad de los servicios	100

Fuente: *Ministerio de Fomento (1998a)*

En el cuadro 4.5 se muestran las tarifas máximas establecidas en el pliego de cláusulas de la recientemente adjudicada concesión Alicante-Murcia, junto con las

definitivamente aceptadas en el real decreto de adjudicación. En este cuadro se observa que las tarifas de adjudicación de esta carretera se diferencian por periodos estacionales, siendo más elevadas en la temporada alta que comprende los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) y Semana Santa (los diecisiete días desde el viernes anterior a la Semana Santa hasta el domingo siguiente).

Cuadro 4.5. Nivel de tarifas. Concesión de la carretera Alicante-Murcia

	Tarifa máxima	Tarifa por la que se adjudicó	
Clase de tarifa	Tarifa única	Temporada baja (normal)	Temporada alta (vacacional)
<i>Ligeros</i>	9 pts/km	6,75 pts/km	12 pts/km
<i>Pesados 1</i>	13 pts/km	12 pts/km	14 pts/km
<i>Pesados 2</i>	16 pts/km	15,3 pts/km	17 pts/km

Fuente: Ministerio de Fomento (1998a y c)

Las revisiones se realizarán anualmente y tendrán como “*fundamento exclusivo la modificación de los precios que produzcan variación en el Índice de Precios al Consumo (IPC)*”.

El procedimiento de revisión de tarifas y peajes se ajustará a una serie de trámites. El concesionario solicitará del Ministerio de Fomento la oportuna revisión de sus tarifas, y presentará la propuesta de los nuevos peajes que desea aplicar. La Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje efectuará la comprobación de la modificación de la tarifa y elevará la propuesta al Ministerio para su resolución, que deberá producirse dentro de los treinta días siguientes a la fecha de la solicitud, mediante orden ministerial. Las tarifas revisadas podrán aplicarse por el concesionario en el curso del mes de marzo de cada año.

Según el artículo 24 de la *Ley 8/1972*, el Gobierno a propuesta del Ministerio puede modificar por razón de *interés público* las características de los servicios contratados y los peajes abonados por los usuarios. Si el Ministerio de Hacienda informa que la modificación de la estructura de tarifas afecta al régimen económico-financiero de la concesión, la Administración deberá compensar al concesionario, de forma que no varíe el equilibrio económico-financiero de la empresa. En caso contrario, el concesionario no podrá reclamar. Si las modificaciones son propuestas por la empresa concesionaria, las resoluciones que se adopten no podrán repercutir en las tarifas vigentes.

En la actualidad el Gobierno está llevando a cabo negociaciones con distintas empresas concesionarias de autopistas de peaje con la finalidad de rebajar los peajes que pagan los usuarios. Por ejemplo, el 1 de noviembre de 1997 se firmó un acuerdo con la empresa concesionaria AUMAR en virtud del cual se rebajaron las tarifas de peaje en torno al 30% para vehículos ligeros y al 40% para vehículos pesados, en

contraprestación se amplió el plazo de concesión en 13 años. Un acuerdo similar se llevó a cabo con AUDENASA y el Gobierno de Navarra. En este caso la reducción alcanzó el 25% y el 30% para vehículos ligeros y pesados respectivamente, prolongándose el periodo concesional en 15 años (*Ministerio de Fomento 1998b*).

5. Regulación de precios y calidad en autopistas de peaje

La fijación de peajes plantea algunos problemas relacionados con la dificultad de satisfacer al mismo tiempo varios de los objetivos que suelen estar presentes cuando se procede a la concesión de una carretera al sector privado. En primer lugar, la empresa debe cubrir sus costes incluyendo una tasa razonable de rendimiento sobre el capital invertido. Los precios deben reflejar el coste de oportunidad de los recursos de manera que se admitan nuevos usuarios cuando el coste adicional para el sistema de su incorporación sea menor de lo que están dispuestos a pagar. Para un nivel de calidad constante, los costes deben ser los más bajos posibles con el fin de que los usuarios paguen el menor precio (ver anexo 2 para un análisis de la estructura de precios eficientes). En esta sección se estudian los objetivos para los que debe estar diseñado la estructura tarifaria de una concesión de carreteras, y los principios que deben estar presentes en su diseño. También se analizan los diferentes métodos de regulación de precios.

Uno de los problemas más importantes que se presenta en los distintos métodos de licitación estudiados es el incentivo de la empresa concesionaria a reducir el coste de explotación de la infraestructura. Esto lleva a la necesidad, por parte de la agencia reguladora, de definir en primer lugar en el contrato de concesión los requerimientos mínimos de calidad que debe ofrecer el servicio, y en segundo lugar al diseño de un sistema de control que garantice su cumplimiento. En esta sección se aborda el problema de la calidad y se analizan los factores a tener en cuenta para su regulación.

5.1. Sistemas de regulación de precios para concesiones de carreteras

En el sistema actual de concesión de plazo fijo (salvo en el caso del sistema de peajes sombra), los peajes se regulan como una combinación de un precio máximo (*price cap*) y de regulación de la tasa de rendimiento de la inversión. La experiencia internacional ha demostrado que en aquellos procesos de licitación basados en el mínimo peaje o la mínima duración de la concesión, la incertidumbre asociada a la predicción de la demanda ha dado lugar a que la Administración se haya visto obligada a involucrarse en un proceso de renegociación de las condiciones del contrato. A partir de ese momento se entra en una situación que rompe con las condiciones de transparencia y competitividad que estaban presentes en la licitación. La renegociación tiene como objetivo el asegurar una tasa de rentabilidad mínima para el concesionario. Un proceso de licitación que se resuelve inicialmente tomando como referencia el mínimo peaje ofertado por las empresas, se convierte en un proceso de regulación basado en la tasa de rendimiento del concesionario.

Regulación de la tasa de rendimiento

En este caso el objetivo del regulador es evitar que la empresa obtenga beneficios extraordinarios, y para ello regula la tasa máxima de rendimiento obtenida de la inversión. Este es un procedimiento indirecto de regulación de precios, ya que un precio por encima del nivel competitivo se reflejará en una tasa de rendimiento mayor que la considerada normal en la industria. El problema reside en que los precios monopolísticos combinados con ineficiencia en los costes producen tasas normales de rendimiento. El inconveniente de este mecanismo regulador es que el incentivo para minimizar los costes es débil.

La tasa de rendimiento regulada (s) determina los beneficios permitidos a la empresa, como muestra la ecuación (5.1).

$$sK = \sum_{i=1}^n p_i q_i - F - \sum_{i=1}^n c_i q_i \quad (5.1)$$

donde:

s = tasa de rendimiento permitida

K = valor de los activos de capital

p_i = precio del i -ésimo servicio

q_i = cantidad del i -ésimo servicio

F = costes conjuntos

c_i = coste medio del i -ésimo servicio.

De la ecuación (5.1) se desprende que la empresa no participará a no ser que se cumpla (5.2).

$$\sum_{i=1}^n p_i q_i \geq F + \sum_{i=1}^n c_i q_i + sK \quad (5.2)$$

Ambas ecuaciones describen las dificultades del proceso. La regulación de la tasa de rendimiento requiere información detallada sobre la estructura de costes. Una vez determinados los costes de operación, debe estimarse tanto el valor de los activos de capital necesarios para proveer el servicio como el coste de ese capital, de modo que se obtenga el beneficio mínimo compatible con la participación privada. Como el objetivo es permitir que la empresa alcance una tasa de rendimiento normal, los ingresos de la empresa deben cubrir los costes totales obtenidos anteriormente. Esto es lo que determina el precio a cobrar.

El inconveniente de esta forma indirecta de regulación proviene de la existencia de incentivos perversos como los descritos en las ecuaciones 5.1 y 5.2. Cuanto mayor sea el valor del activo, mayores serán los beneficios permitidos a la empresa. Esto puede incentivar a la empresa a sobreinvertir (efecto de Averch-Johnson). Además, merece la pena imputar un valor exagerado a los activos de capital cuando en la práctica no es fácil determinar su valor con exactitud.

Otra desventaja es el débil incentivo de la empresa a minimizar costes. Los esfuerzos en costes se verán traducidos en mayores tasas de rendimiento, por lo que la empresa tendrá que reducir precios o pagar el beneficio residual al regulador. Este mecanismo regulador es asimismo débil en términos de los costes administrativos que implica, ya que la información requerida para que el sistema funcione es bastante difícil de obtener.

Los problemas de incentivos en la regulación de la tasa de rendimiento pueden reducirse otorgando a la empresa una participación en los beneficios extraordinarios alcanzados mediante reducciones de precios en lugar de desplazamientos favorables de la demanda. Otra opción consiste en introducir un retardo en la regulación que permita a la empresa retener los beneficios generados por reducciones de costes.

Una ventaja importante de la regulación de la tasa de rendimiento está relacionada con el riesgo que la empresa debe soportar y el coste del capital. Dado que el inversor sabe que los beneficios normales están garantizados, el coste del capital será menor.

Regulación de precios máximos

Un procedimiento interesante para abordar el *trade off* entre eficiencia asignativa y eficiencia productiva en la inversión en infraestructuras de transporte consiste en la utilización de precios máximos. Este sistema de regulación trata de evitar la explotación del consumidor manteniendo a la empresa interesada en la reducción de costes. La utilización de precios máximos permite a la empresa regulada aumentar el nivel de precio medio de acuerdo con la tasa de inflación menos un factor X . Este factor puede reflejar los avances tecnológicos que conducen a mejoras en la productividad. En el caso de industrias con pocos activos de capital, X puede ser negativo, permitiendo así incrementos reales de precios para incentivar nuevas inversiones. La ecuación 5.3 describe un precio máximo para un monopolio de un solo producto:

$$p_t \leq p_{t-1} [1 + (I_t - X_t)] \quad (5.3)$$

donde:

p_t = precio en el periodo t

p_{t-1} = precio en el periodo $t-1$

I_t = tasa de inflación

X_t = parámetro exógeno determinado por el regulador.

Cuando X_t se iguala a cero en (5.3) tenemos un simple ajuste de precio por la tasa de inflación, manteniendo el precio real constante. Cuando se esperan ganancias de eficiencia en la industria regulada, un X positivo menor que las ganancias esperadas reducirá los precios reales, al tiempo que mantendrá a la empresa interesada en la reducción de costes. Un X negativo incrementará los precios reales, y su razón de ser se basa en la necesidad de nuevas inversiones en infraestructuras en industrias con insuficiente capacidad y baja calidad.

Una vez fijado el valor de X por el regulador, se mantendrá invariable durante un cierto periodo de tiempo. Este paréntesis regulador (cinco años en los aeropuertos británicos, por ejemplo) es crucial para el éxito de este tipo de control de precios. Las revisiones de precios no se introducen hasta el final del periodo de tiempo establecido, proporcionando a la empresa incentivos para mejorar la eficiencia, ya que las reducciones de costes introducidas durante los paréntesis reguladores incrementarán su nivel de beneficios. Para un valor dado de X , el incentivo será tanto mayor cuanto más largo sea el paréntesis regulador.

La duración óptima del periodo entre revisiones de precios es una vez más una elección entre eficiencia productiva y asignativa. El paréntesis regulador tiende a ser más corto cuanto menos sensibles sean los costes a los esfuerzos de la empresa por reducirlos y cuanto más alta sea la elasticidad de la demanda. Permitir a la empresa trasladar automáticamente costes a precios reduce el riesgo y permite un periodo de tiempo más largo entre revisiones de precios (mayores incentivos).

La utilización de precios máximos comparte con la regulación de la tasa de rendimiento el problema asociado a los incentivos para mantener la calidad. Otros problemas se refieren a los requisitos de información y a la presión para revisar precios antes del periodo establecido cuando los beneficios extraordinarios provocan la preocupación del público, perjudicando a la credibilidad del sistema y a inversiones privadas a largo plazo.

El inconveniente de los sistemas de regulación basados en la regulación de la tasa de rendimiento y en un precio máximo es la falta de flexibilidad en condiciones de incertidumbre de tráfico.

Una salida para compatibilizar los objetivos planteados inicialmente, dejando a los precios su función de señales para asignar eficientemente los recursos, consiste en hacer variable el plazo concesional (como en el método del mínimo valor presente de los ingresos, MVPI). Las ventajas de un “*price cap*” pierden valor cuando el proceso de licitación basado en el MVPI permite la competencia *por* el mercado reduciendo el riesgo.

La única dificultad que resta por resolver es cómo contemplar en el contrato de concesión la eventualidad de modificaciones de precios, más allá de la simple indicación por inflación y de acuerdo con cambios en las intensidades de tráfico con demandas superiores o inferiores a la capacidad. Una vía para resolver este problema consiste en establecer unas bandas entre las que el regulador se reserva modificaciones de tráfico, previa consulta con el concesionario y dejar abierta, por ejemplo, a partir del año 10, la posibilidad de rescate por desacuerdo en la política de precios. Hay que recordar que la liquidación en caso de rescate es mucho más fácil con el sistema de MVPI.

5.2. Regulación de la calidad para concesiones de carreteras

En general, las empresas tienen incentivo a reducir el coste de la provisión y explotación del servicio para aumentar de esta manera la rentabilidad de su inversión. Con precio fijo, la consecuencia es una reducción del nivel de calidad en

comparación con la que puede ser considerada óptima. Esta reducción del nivel de calidad ofrecido por el concesionario se manifestará de diferentes formas: materiales de construcción de menor durabilidad, deficiencias en la señalización e iluminación de la calzada, deficiencias en la rehabilitación y reparación de la calzada, número insuficiente de cabinas para el cobro de los peajes, etc.

Todas estas deficiencias en el nivel de prestación del servicio permiten disminuir el coste del operador pero en cambio generan un aumento en el coste generalizado del usuario de la vía. Un deterioro de las condiciones de la calzada, por ejemplo, como consecuencia de que no se realicen las acciones necesarias de reasfaltado, reducirá la capacidad de la vía, y la velocidad de circulación, por tanto, se incrementa el tiempo empleado por el usuario en realizar su desplazamiento, el riesgo de accidente al que está sometido y finalmente subirá también, el coste operativo del vehículo debido a que se producirá un aumento de su depreciación y consumo.

La elección del nivel de calidad ofrecido por el operador de una carretera es el resultado de una interrelación entre inversión en calidad destinada a incrementar los ingresos, ya sea aumentando la demanda o el precio cobrado por el servicio, y el coste que ese aumento de calidad involucra. En general toda inversión en calidad será llevada a cabo siempre que genere una rentabilidad positiva.

Existen una serie de factores que determinan la respuesta que una mejora en el nivel de calidad genera sobre los ingresos. En primer lugar influye el mecanismo de licitación. Una concesión adjudicada con el método del mínimo valor presente de los ingresos (MVPI) reduce el incentivo del concesionario a incrementar el nivel de calidad, la razón es que la elevación de los ingresos durante un periodo de la concesión sólo adelantará el final de concesión, pero no aumentará la cifra total de ingresos del concesionario.

En el nivel de calidad del servicio prestado por el operador interviene también la respuesta esperada de la demanda. Una demanda cautiva asegura los ingresos del concesionario que se limitará a proveer un servicio de calidad mínimo que garantice la operatividad de la infraestructura. Finalmente el concesionario tiene menos incentivo a elevar el nivel de calidad en el final del plazo de concesión. La razón es que tiene menos tiempo para recuperar la inversión realizada en la mejora si esta se trata de un coste hundido.

Todo ello, hace necesario la implantación de un sistema de control que asegure la prestación del servicio acorde a las condiciones establecidas en el contrato. Éste funcionará sobre la base de dos elementos: por un lado un mecanismo de información eficaz y eficiente y por otro lado, un sistema de sanciones cuya finalidad será la penalización por incumplimientos del contrato.

El primer paso en el diseño del sistema de control consiste en la identificación de los elementos que definen el nivel de calidad de una concesión de carreteras. Estos van a aparecer, tanto en la provisión de la infraestructura como durante su explotación a lo largo de su vida útil. El cuadro 5.1 recoge una lista de dichos elementos. El cumplimiento de los requisitos de calidad requiere la puesta en funcionamiento de un mecanismo de control que se complementa con un sistema de sanciones.

Cuadro 5.1. Elementos que definen el nivel de calidad de una carretera de peaje

<i>Provisión de la infraestructura</i>	Capacidad y trazado de la vía Calidad de los materiales Grosor del asfalto Sistema de cobro de peajes. Conexiones con el resto de la red viaria Iluminación y señalización de la vía Estaciones de servicio Acciones correctoras de impacto medioambiental
<i>Explotación de la infraestructura</i>	Periodicidad, grosor y durabilidad del reasfaltado Periodicidad en la reparación y limpieza de la vía Horario de las acciones de mantenimiento Celeridad de los servicios de emergencia Corrección de puntos negros de accidentes Corrección de cuellos de botella Políticas de congestión

Una vez se hayan cumplido los criterios mínimos de calidad recogidos en el contrato de concesión, el concesionario solo tiene incentivos a aumentar el nivel de calidad si aumentan sus ingresos. Estos pueden tener dos orígenes, por un lado, un aumento de la demanda como respuesta a la elevación del nivel de calidad o bien la activación de un sistema de bonificaciones.

La pregunta que se puede plantear es qué criterios debe utilizar la agencia reguladora para definir las actuaciones sujetas a bonificación y cuál debe ser su cuantía. En general, toda mejora debe llevarse a cabo siempre que el beneficio económico generado sea mayor que el coste involucrado. Si se toma como ejemplo un aumento en el número de cabinas para el cobro del peaje, el beneficio que genera es una disminución en el tiempo de espera de los usuarios para el acceso y salida de la vía.

El pago de la bonificación podría realizarse sin coste alguno para la administración mediante una extensión del plazo de concesión para proyectos de duración fija o bien mediante una extensión de la cifra de ingresos para aquellas concesiones adjudicadas mediante el método del mínimo valor presente de los ingresos. Sin embargo, no puede olvidarse que aunque el propio sistema internaliza el coste de la mejora, se está prolongando el período en el que la empresa actúa con el derecho exclusivo de operar la infraestructura.

El riesgo de accidente es un elemento susceptible de ser reducido mejorando el nivel de calidad ofrecido a los usuarios de una carretera. Por otro lado, el coste de un accidente es considerable si se tiene en cuenta los efectos que produce, los daños materiales y las lesiones físicas en accidentes leves. Pero sobre todo las fuertes lesiones físicas y la muerte de las personas involucradas, si se trata de un accidente grave. Esto ha llevado a que en sistemas concesionales como el británico o el chileno el Gobierno bonifique las acciones de los operadores privados de carreteras

Como ejemplo se puede citar el pago que realiza el gobierno británico cuando el operador lleva a cabo una mejora en la vía que reduce el número de accidentes. En

este caso, durante un periodo de cinco años el concesionario recibe una bonificación equivalente al ahorro en el coste de accidentes que se ha generado con la mejora. Éste se obtiene multiplicando el coste de un accidente por la reducción en su número (*Department of Environment, Transport and Region, 1998*).

La valoración del coste de un accidente varía mucho en Europa. En España la valoración del Ministerio de Fomento para un accidente mortal es 25 millones de pesetas de 1992 (*MOPTMA, 1992*), mientras que en el Reino Unido está en torno a los 150 millones de pesetas (*Department of Transport, 1987*). En estas cifras se encuentran también otros países como Finlandia o Suecia (*De Rus y Romero, 1985* y *Albert y Malo, 1995*). La razón de la diferencia está en el método utilizado para estimar el coste de un accidente. En el último caso están basados en métodos que miden la disposición a pagar de los individuos para evitar el riesgo de incurrir en un accidente, en línea con los métodos usados también en Estados Unidos. Esta metodología ofrece en general mayores valoraciones que las que resultan de usar métodos contables que se limitan a sumar el coste de todas las acciones que genera un accidente, servicios de urgencia, desperfectos materiales, hospitalización, etc.

6. Análisis comparativo de métodos de licitación

El objetivo de esta sección es realizar un análisis comparativo de los principales métodos de licitación que se utilizan en las concesiones de carreteras y que han sido descritos en la sección 3. El fin que se persigue es destacar las características más relevantes que diferencian los distintos mecanismos de licitación entre sí, para posteriormente relacionarlos con el método que se emplea en España cuya experiencia ha sido analizada en la sección 4. Finalmente, se propone una modificación del método del *mínimo valor presente de los ingresos* (MVPI) que trata de resolver el problema de predicción de los costes de mantenimiento y administración asociados a la explotación del servicio.

6.1. Comparación de los métodos de licitación de carreteras de peaje

El cuadro 6.1 recoge un resumen de las características más importantes que han sido analizadas en la sección 3 para describir los principales métodos de licitación de carreteras de peaje, en procesos que se derivan de la experiencia internacional. De la observación del cuadro, se deduce que el método del *mínimo valor presente de los ingresos* (MVPI) presenta ventajas comparativas respecto al resto de los métodos analizados.

La primera ventaja se deriva de la sencillez del propio método de adjudicación, ya que el concurso se resuelve sobre la base de una variable objetiva que se obtiene directamente de las ofertas de las empresas concursantes. Esta ventaja es compartida por el resto de los mecanismos de licitación mostrados en el cuadro 6.1, excepto en el caso del método del *mínimo peaje sombra* (véase sección 3).

El riesgo asociado a la predicción de la demanda es más bajo para el método MVPI, como consecuencia de que el periodo de concesión no acaba hasta que el

concesionario ha obtenido la cifra de ingresos por la que ganó la concesión. Por esta razón es el único método que presenta una duración variable de la concesión, de manera que el plazo se alarga si el tráfico no es suficiente, hasta generar los ingresos esperados por el concesionario, o se acorta en caso de que la demanda sea mayor de la esperada. De esta forma se elimina uno de los principales inconvenientes del resto de los métodos de licitación que presentan un plazo de concesión fijo.

El hecho de partir de un periodo fijo para la concesión obliga a un grado mayor de exactitud en la predicción de la demanda. La incertidumbre en la predicción de la demanda para periodos largos (entre 30 y 50 años) dará como resultado la dificultad para el concesionario de poder estimar los niveles de ingresos que obtendrá con la explotación de la infraestructura. Este problema se presenta como el gran inconveniente de estos sistemas concesionales, lo que ha dado lugar, en algunos casos, a la creación de mecanismos de garantía de ingresos destinados a cubrir este defecto.

El problema asociado a la incertidumbre de la predicción de la demanda determina que existan probabilidades relativamente altas de que el concesionario y la administración se vean envueltos en un proceso de renegociación de las condiciones del contrato, como por ejemplo ampliación de los plazos de concesión o modificación de las tarifas. Nuevamente este problema se suaviza con el método del *mínimo valor presente de los ingresos* ya que al reducirse la incertidumbre asociada a la generación de ingresos, las posibilidades de tener que renegociar el contrato disminuyen considerablemente.

Por otro lado, la incertidumbre en la predicción de la demanda asociada a una probabilidad alta de renegociación de las condiciones del contrato, traen como consecuencia que se otorgue la concesión a la empresa más “optimista” en lugar de a la más eficiente. El método del *mínimo valor presente de los ingresos* garantiza que sea la empresa más eficiente a la que se adjudique la concesión.

La única posibilidad de que la Administración pueda aplicar una estructura de precios flexible que garantice una utilización eficiente de la infraestructura, sin necesidad de tener que renegociar las condiciones del contrato, se presenta también con el método MVPI. Para el resto de los mecanismos de licitación, el precio de los peajes y los métodos de actualización quedan definidos en el proceso de licitación.

El esfuerzo que el regulador debe emplear en la supervisión de la concesión se limita al control del volumen de tráfico y de la duración de la concesión. Este esfuerzo resulta inferior al necesario para aplicar los mecanismos de garantía vinculados a los métodos de *mínimo peaje* y *mínima duración de la concesión*, o para el control del pago de la subvención en el método de *peajes sombra* como se puso de manifiesto en la sección 3.

El volumen de recursos públicos involucrados también es mínimo con este método, ya que el sistema se autofinancia, siempre que se trate de una inversión viable económicamente. Sin embargo, la aplicación de mecanismos de garantía en el método del *mínimo peaje* y el pago de la subvención por vehículo en el método del

mínimo peaje sombra requiere de la intervención de la Administración para la financiación de la provisión y explotación de la infraestructura.

Cuadro 6.1. Características de mecanismos de licitación de carreteras

	<i>Mínimo peaje</i>	<i>Mínimo plazo concesión</i>	<i>Peaje sombra</i>	<i>Mínimo valor actual ingresos</i>
<i>Criterio adjudicación</i>	Mínimo peaje combinado con mínimo subsidio o máximo pago al Estado	Mínimo plazo de concesión	Mínimo valor actual peajes sombra	Mínimo valor actual ingresos
<i>Complejidad mecanismo licitación</i>	Simple	Simple	Complejo	Simple
<i>Riesgo asociado a predicción demanda</i>	Alto	Alto	Alto	Bajo
<i>Duración</i>	Fija	Fija	Fija	Variable
<i>Mecanismo riesgo tráfico</i>	Garantías de tráfico y de ingresos con o sin contraprestación	Extensión duración de la concesión	No existe	No existe
<i>Posibilidad renegociación</i>	Existen probabilidades altas por incertidumbre demanda. Se reduce si hay mecanismos de garantía	Existen probabilidades altas por incertidumbre demanda	Motivada por una mala predicción de costes	No hay incentivos
<i>Garantía que gane más eficiente</i>	No	No	No	Sí
<i>Flexibilidad tarificación</i>	No existe	No existe	No existe	Factible
<i>Modificación o rescate concesión</i>	Problemas para fijar indemnización	Problemas para fijar indemnización	Indemnización, valor actual peaje sombra menos ingresos reales actualizados	Indemnización, valor actual ingresos menos ingresos reales actualizados
<i>Supervisión regulador</i>	Alta cuando se aplican mecanismos de garantía	Alta cuando se aplican mecanismos de garantía	Control de volumen de tráfico y pago peajes sombra	Control de volumen de tráfico y duración de la concesión.
<i>Casos</i>	Buga-Tulúa (Colombia)	México-Toluca (México)	M1-A1 (Reino Unido)	Santiago-Valparaíso-Viña del Mar (Chile)

Los mayores problemas se plantean para garantizar la provisión por parte del operador de la infraestructura de un nivel de calidad óptimo. La razón es que en todos los métodos el concesionario tiene incentivos a reducir los costes de

explotación del servicio, lo que le llevará a proveer aquel nivel de calidad que sea financieramente rentable. Esto requiere la aplicación de mecanismos de control que garantice el cumplimiento de las condiciones pactadas en el contrato de concesión, así como el desarrollo de un sistema de bonificaciones que incentiven al operador a elevar el nivel de calidad del servicio, sobre todo en aspectos críticos de una carretera como son los accidentes. Esto es analizado con más detenimiento en la sección 5.2 de este trabajo. En el cuadro 6.2 se muestra de forma resumida las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos respecto a las características analizadas.

Cuadro 6.2. Comparación métodos de licitación

	Mecanismo adjudicación	Incertidumbre previsión demanda	Renegociación	Precios flexibles	Rescisión contrato	Financiación pública	Nivel calidad
<i>Mínimo Peaje</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mínimo Duración</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Mínimo Peaje Sombra</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>MVPI</i>	+	+	+	+	+	+	-

Nota: MVPI = Mínimo Valor Presente de Ingresos.

+ = la aplicación del método es positiva para resolver el elemento analizado.

- = la aplicación del método es negativa para resolver el elemento analizado

6.2. Consideraciones sobre el método de licitación de carreteras en España

En el cuadro 6.3 se presentan algunos de los elementos que intervienen en los contratos de concesión de carreteras en España. En primer lugar, las concesiones de autopistas en España se caracterizan porque el método de adjudicación no es simple debido a que se construye a partir de la ponderación de varias variables. En general, la variable con más peso relativo es el valor y naturaleza del préstamo participativo (obtiene la máxima puntuación la empresa que solicita el menor préstamo del Estado). En el conjunto de variables a considerar, también se incluye el mínimo peaje. El principal inconveniente de este mecanismo de adjudicación, frente a los métodos simples como el de *mínimo peaje*, es la elección de las ponderaciones.

Puesto que los plazos de concesión son fijos con posibilidad de ampliación hasta 75 años, en caso de modificaciones en la concesión, se introduce el mismo nivel de incertidumbre derivada de la predicción de la demanda que en el caso del método del *mínimo peaje*.

En general, no están definidos mecanismos de garantía de ingresos para paliar el problema del riesgo en la generación de ingresos. Sin embargo, la *Ley 8/1972* y su posterior modificación por la *Ley 13/1996* admite la posibilidad de *anticipos reintegrables* de la Administración al concesionario para garantizar la viabilidad de la empresa concesionaria. Estos serán devueltos a partir del ejercicio en que la empresa comience a obtener resultados positivos.

Las posibilidades de renegociación son altas debido al riesgo de predicción de demanda asociado a un plazo de concesión fijo. Este es la principal inconveniente de los métodos de plazo fijo, a diferencia de los variables dónde el plazo se ajusta para obtener los ingresos necesarios hasta recuperar la inversión.

La *Ley 8/1972* recoge la posibilidad de modificar las tarifas en caso de interés público, de cualquier manera, se estipula que si estas modificaciones son propuestas por la Administración el concesionario tiene derecho a ser compensado. Como compensación de las últimas reducciones de los peajes de carreteras propuestos por el Estado, las empresas obtuvieron ampliaciones en los periodos de concesión.

Por otro lado, la revisión máxima que se puede aplicar a las tarifas, a petición de las empresas concesionarias, es del 95% del IPC, es un tipo de regulación que se puede considerar de precios máximos (*price cap*, véase sección 5). Sin embargo, en general se trata de garantizar, por parte del Estado, una rentabilidad mínima al concesionario, de hecho el sistema de devolución del préstamo participativo y los beneficios económico-financieros recogidos en la *Ley 8/1972* actúan en esta línea.

Se establece que para compensar al concesionario por modificaciones propuestas por la Administración se amplíe el plazo de concesión. Sin embargo, el problema es especificar una indemnización, en caso de rescate o modificación del contrato, por parte de la Administración, como ocurre, en general, en los sistemas basados en plazo fijo.

Las funciones de regulador en España son ejercidas por la *Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje*. Es un órgano regulador específico para las autopistas de peaje y es dependiente de la Administración Central (Ministerio de Fomento). Ejerce una fuerte supervisión ya que tiene que controlar ingresos y costes de la misma manera que con los mecanismos de *mínimo peaje* y *mínimo plazo de concesión*, sobre todo cuando se establecen mecanismos de garantía.

Por último, son destacables algunos aspectos que se muestran en el cuadro 6.3 como son los beneficios fiscales traducidos en reducciones de las cuotas de impuestos o beneficios económicos-financieros que consisten en anticipos o préstamos a devolver cuando la empresa obtenga resultados positivos. También es de destacar el control que el Ministerio de Fomento ejerce sobre el concesionario en cuanto al personal técnico empleado que debe ser de su conformidad. Por último las penalizaciones por incumplimiento de contrato se recogen la *Ley 8/1972* y en los pliegos de cláusulas generales. Se establece que en estos casos el concesionario responde con la fianza que ha depositado.

Cuadro 6.3. Condiciones de las concesiones de autopistas en España

<i>Elementos</i>	<i>Situación</i>
<i>Criterios de adjudicación</i>	Múltiples ponderados. En algunos casos el primero en orden de importancia es el mínimo préstamo del Estado
<i>Complejidad del mecanismo de adjudicación</i>	Alta
<i>Duración de la concesión</i>	Máximo 75 años. Incluyendo ampliaciones
<i>Mecanismo riesgo de tráfico</i>	Anticipos reintegrables y préstamo participativo mediante el cual el estado participa en los ingresos de las concesionarias. La devolución se inicia cuando los resultados sean positivos
<i>Posibilidad de renegociación</i>	Probabilidad alta por incertidumbre de ingresos y plazo fijo
<i>Tipo de peaje</i>	Mínimo a partir de un máximo y posibilidad de modificarlo según recoge la Ley 8/1972, por interés público
<i>Modificación y ampliación del contrato</i>	Poco clara introduce incertidumbre para el concesionario
<i>Supervisión regulador</i>	En general alta
<i>Beneficios fiscales</i>	Sí
<i>Seguro de cambio</i>	Sí
<i>Beneficios económico financieros</i>	Préstamos y anticipos del Estado
<i>Personal técnico</i>	Director de construcción y Director de explotación de autopista. Tienen que ser aceptados por el M° de Fomento
<i>Penalizaciones</i>	Recogidas en la Ley 8/1972
<i>Final de la concesión</i>	Posibilidad de ampliación del plazo de la concesión

6.3. Método de mínimo valor presente neto de ingresos

La participación privada en la construcción, mantenimiento y operación de las carreteras se materializa a través de contratos con el Estado, que pueden contemplar desde la simple realización de servicios para la red pública, hasta la privatización del ciclo completo de la actividad durante el periodo concesional limitándose el Estado a regular de acuerdo con lo estipulado en el pliego de condiciones y el ordenamiento jurídico.

El mecanismo de licitación basado en el MVPI presenta también una debilidad relacionada con los costes de mantenimiento y operación. Estos costes comprenden el sellado de grietas y fisuras, limpieza y reparación de los sistemas de drenaje, señalización y balizamiento, instalaciones de energía, alumbrado y peaje, vigilancia permanente para retirar objetos y animales, y señalizar los vehículos averiados, etc. a los que hay que añadir los costes de explotación y del personal encargado del cobro y de la gestión.

Aunque la licitación basada en el MVPI reduce el riesgo de demanda, no elimina por completo la incertidumbre en la predicción de los costes de mantenimiento y operativos, ya que los gastos variables aumentan cuando la concesión se alarga como consecuencia de un tráfico inferior al esperado: “ para aquellos costos cuyo monto total depende del plazo de concesión (v.g., los costos de operación y mantenimiento), el mecanismo propuesto es cualitativamente similar a los mecanismos de plazo fijo” (*Engel et al, 1996*).

Distingamos entre costes de construcción (K) y costes de mantenimiento y operación (CMO). Hay dos cuestiones fundamentales: la primera consiste en saber si los CMO tienen una participación relativa importante en los K ; La segunda, cuál es la duración de las concesiones. En Europa, la participación de los CMO en los ingresos anuales de las concesionarias suele superar el 20 por ciento, y la duración de las concesiones suele ser, al menos, de 30 años; aunque este periodo puede ser significativamente superior, como es el caso de España en donde recientemente se ha ampliado el plazo hasta los 75 años. (*Nat West, 1997; French Highway Directorate, 1999; Louzan, 1997; Louzan y otros, 1998*).

Con plazos de mas de 30 años y con participaciones superiores al 20 por ciento de los ingresos, las ventajas descritas del sistema MVPI se reducen notablemente, ya que fácilmente en una concesión a 50 años con una tasa de inflación del 2 por ciento anual y una tasa de descuento del 6 por ciento (normal en Europa), los CMO ascienden a un tercio de los K . En estas circunstancias, la cifra que vaya a ofertar el licitante depende significativamente del plazo de la concesión; y por tanto, la predicción de la demanda es tan necesaria como en las de plazo fijo.

Desde el momento en que el concesionario potencial prepara su oferta y los CMO son una parte significativa de los costes totales, se debilitan las ventajas del sistema MVPI. Una propuesta alternativa a la de Engel, Fischer y Galetovich consiste en reconvertir el sistema MVPI en uno basado en el menor valor presente neto de ingresos (MVPNI), consistente en descontar los CMO de la corriente de ingresos, de manera que la oferta ganadora es la que solicita un MVPNI. El problema se elimina al independizar los costes de la duración de la concesión (véase De Rus y Nombela, 1999).

Sólo queda un problema: la empresa tendría pocos incentivos en minimizar los CMO . La solución es sencilla y consiste en dar como ganadora la oferta consistente en la mejor combinación de MVPNI y de coste de mantenimiento *anual*. La valoración de la oferta con dos variables podría hacerse, por ejemplo, convirtiendo los CMO anuales en totales, y calculando, dentro de un límite inferior y uno superior de duración de la concesión, los costes totales para las diferentes duraciones posibles. La empresa ganadora será aquella que ex ante resulta superior en el mayor número de plazos concesionales dentro de los límites preestablecidos.

El número de años, elegido de manera aleatoria, para convertir los CMO anuales en totales pertenecería a un rango de valores comprendidos entre dos límites, que serían públicos antes de la presentación de las ofertas. Los valores extremos del rango se fijarían *ad hoc*: el valor inferior podría ser el menor plazo estimado por el regulador para la viabilidad financiera del proyecto; y el valor superior, el máximo legal

permitido. La motivación de no dar un plazo único *ex ante* para la conversión es la de reducir el comportamiento estratégico de los licitadores e incentivarlos a revelar el verdadero valor de los CMO.

Las ventajas de introducir esta modificación son indudables, sin perder a cambio la simplicidad del mecanismo propuesto por Engel, Fischer y Galetovich. Se separa completamente el efecto del plazo de la concesión sobre el proceso de licitación, reduciendo considerablemente las necesidades de información sobre demanda, reduciendo el riesgo y por tanto los costes del sistema, y simplificando la renegociación o el rescate en caso necesario. El mecanismo se fortalece sin hacerse más complejo¹¹.

7. Conclusiones

El diseño de un sistema concesional para carreteras de peaje tiene que partir del reconocimiento de la existencia de intereses legítimos en conflicto, de dificultades de información importantes y de la clarificación de cuál es el papel de los sectores público y privado en la construcción, mantenimiento y operación de la red de carreteras.

Las carreteras presentan características económicas que impiden su construcción y explotación como bienes privados puros. Sin ser bienes públicos puros tienen algunos rasgos que impiden su provisión en régimen de competencia *en* el mercado: grandes indivisibilidades, especificidad de los activos, costes irrecuperables y monopolio natural en tramos determinados. Esto no quiere decir que la actividad económica que supone el proceso completo desde el diseño hasta la explotación de la carretera construida, deba estar en manos del sector público. La competencia *por* el mercado es una vía muy útil para conciliar el necesario control público con las ventajas de la producción privada.

Cobrar por el uso de las carreteras es una práctica extendida en el mundo, al menos en las carreteras de gran capacidad, aunque no es la única posibilidad. El sistema de *peajes sombra* es una alternativa mediante la cual los contribuyentes son los que pagan en lugar de los usuarios. Tanto si se paga directamente como indirectamente a través del método impositivo, parece razonable que la construcción y explotación de las carreteras se realice por empresas privadas. La razón está en que el proceso de licitación permite que las empresas compitan por tener el derecho exclusivo de construcción y operación de la red viaria durante el período de tiempo que se fije en el pliego de condiciones, lo que se traduce en menores costes para la sociedad.

Una carretera de peaje permite beneficiarse de las ventajas inherentes al sistema de precios. La estructura del sistema de precios es susceptible de ser diseñada para alcanzar una utilización eficiente de la infraestructura, así como para cubrir el objetivo de garantizar unos beneficios normales para el concesionario si existe tal

¹¹ Para un análisis detallado de esta propuesta (menor valor presente neto de ingresos) y su comparación con la de Engel, Fisher y Galetovich (1996), véase De Rus y Nombela (1999).

restricción financiera. En el caso particular de una carretera esto lleva a que los precios se establezcan en función de dos variables: por un lado, de los costes que ocasionan los vehículos al circular (lo que hará necesario distinguir entre vehículos pesados y ligeros) y por otro lado, en función de las condiciones de la demanda (periodos punta, valle, exceso de capacidad y congestión).

De acuerdo con el criterio de eficiencia económica, un sistema concesional debe permitir minimizar los costes de construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura, remunerar el capital invertido de una manera razonable, y al mismo tiempo que sea flexible para garantizar la aplicación de un sistema de precios que permita adaptar la demanda a la capacidad existente de la infraestructura. Estas características las cumple el sistema del *mínimo valor presente de ingresos*, que concilia la reducción del riesgo en la predicción de la demanda, con rentabilidades razonables normalizadas del capital privado, facilitando la aplicación de estructuras de precios no sólo dirigidas a cubrir costes sino también una asignación eficiente de los recursos. Se trata de un sistema que resuelve el proceso de licitación de forma simple, y que garantiza que el ganador sea el operador más eficiente. La concesión se adjudica al concursante que oferta el menor valor presente de los ingresos. La diferencia con otros sistemas más extendidos es que el plazo de concesión es variable, ya que este finaliza cuando el concesionario haya obtenido la cifra de ingresos con la que se adjudicó el proyecto.

En este trabajo se ha propuesto una modificación al método del *mínimo valor presente de ingresos* con el fin de reducir el riesgo que se deriva de la necesidad de predecir los costes totales de mantenimiento y operación de la empresa concesionaria. La diferencia con el método anterior es que los concursantes presentan una propuesta económica con dos componentes: la cifra del *mínimo valor presente neto de ingresos* y los costes anuales de mantenimiento y operación, de tal manera que la oferta ganadora es aquella que presenta la mejor combinación de ambos elementos. El *mínimo valor presente neto de ingresos* es el resultado de restar a los ingresos anuales de la concesión el coste ofertado de mantenimiento y operación, también anual. Las características de este sistema lo convierten en una alternativa interesante para introducirlo, con las adaptaciones necesarias, en los procesos de licitación de carreteras de peaje.

Si por razones políticas, de aceptabilidad social, o de equidad se considera inconveniente cobrar por el uso de la carreteras, la combinación de *peajes sombra* con el sistema del *mínimo valor presente neto de ingresos* también puede ser una alternativa superior al sistema actual de plazo fijo. En este caso el proyecto se adjudica a la oferta que presenta menor valor presente neto de peajes sombra, con la particularidad de que un plazo variable elimina los problemas de incertidumbre presentes en concesiones de plazo fijo. El proceso de selección de la mejor alternativa debe ser diseñado de modo que se eviten sistemas tan complejos como el británico.

El reto en el diseño de un sistema concesional para las carreteras de peaje consiste en garantizar la participación del sector privado en construcción y explotación sin que un riesgo excesivo eleve el coste de capital más allá de límites tolerables; en evitar que la ausencia de incentivos incremente los costes, o que la falta de control

público efectivo eleve las tasas de rentabilidad por encima de niveles económicamente razonables. En cualquiera de estos casos se elevarían los precios que directa o indirectamente la sociedad tendría que pagar por el uso de la red viaria. Al mismo tiempo se perdería el respaldo social a una alternativa de provisión de carreteras, en la que el sector privado sustituye progresivamente al sector público en la construcción, mantenimiento y explotación, y el sector público redefiniría su papel pasando a constituirse en regulador con funciones de diseño de la red, supervisión y control.

8. Referencias

Albert, C. y Malo, M.A. (1995): "Diferencias Salariales y la Valoración de la Vida Humana en España". *Moneda y Crédito*. Nº201, pp 87-125.

ASETA (1998): *Red de autopistas de peaje*. Madrid.

Boyer, K. (1997): *Principles of Transportation Economics*. Addison-Wesley Longman. New York.

Crampes, C. y Estache, A. (1997): "Regulatory Trade-offs in the Design of Concession Contracts". *Utilities Policy*, Nº 7, pp. 1-13.

De Rus, G. y Nombela, G. (1999): "Least Present Value of Net Revenue a New Proposal for Highway Concessions". *Documento de trabajo*. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

De Rus, G. y Romero, M. (1985): *Análisis de la Rentabilidad de Proyectos de Inversión en Infraestructuras de Transporte del Marco de Apoyo Comunitario 1989-93*. FEDEA. 95-15.

Department of Environment, Transport and Regions (1998): *The Private Finance Initiative. The First Four Design, Build, Finance and Operate Roads Contracts*. United Kingdom.

Department of Transport (1987): *Values per Journey Saving and Accident Prevention*. HMSO. London.

Engel, E., Fischer, R. y Galetovich, A. (1996): "Licitación de Carreteras en Chile". *Estudios Públicos*, Nº61.

Estache, A. y De Rus, G. (1999): *Privatización y Regulación de Infraestructuras de Transporte: Una Guía para Políticos y Reguladores*. Septiembre. EDI. World Bank. Washington, D.C.

Fishbein, G. y Babbar, S. (1996): *Private Financing of Toll Roads*. Discussion Paper Series N 17. World Bank. Washington, D.C.

Fowkes, A., Nash, C. y Tweddle, G. (1992): "Harmonising Heavy Goods Vehicles Taxes in Europe-A British View". *Transport Reviews*. Vol 12, Nº 3.

French Highway Directorate (1999): *Analysis of Highway Concessions in Europe*. Ministry of Public Works, Transportation and Housing. Paris.

Gómez-Ibáñez, J.A. y Meyer, J.R. (1993): *Going Private: the International Experience with Transport Privatisation*. Brookings Institution. Washington, D.C.

Gómez-Lobo, A. y Hinojosa, S. (1999): *Broad Roads in a Thin Country*. Infrastructure Concessions in Chile. World Bank.

Jefatura del Estado (1972): *Ley 8/1972 de construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión*.

- Jefatura del Estado (1996): *Ley 13/1996 que modifica los artículos 2, 8, 13, 25 y 30 de la Ley 8/1972*.
- Jefatura del Estado (1997): *Ley 66/1997 que modifica los artículos 2, 8 y 25 de la Ley 8/1972 en su redacción dada en la Ley 13/1996*.
- Kerf, M., Gray, R. D., Irwin, T., Lévesque, C. y Taylor, R. R. (1998): *Concessions for Infrastructure. A Guide to Their Design and Award*. World Bank Technical Paper, nº 399.
- Louzan, A. (1997): *Conservación y Explotación de la Red de Carreteras del Estado*. Convención COEX. Ministerio de Fomento, Murcia.
- Louzan, A., Arraiza, J., Martínez, J.A. y Casado, A. (1998): *Conservación y Explotación de la Red de Autopistas de Peaje*. Convención COEX. Ministerio de Fomento, Madrid.
- May, A.D. (1992): "Road Pricing: An International Perspective". *Transportation*. Vol_19 N°4. U.K.
- MERCER (1996): *Private Financing of Toll Roads. A Review of Experiences*. World Bank.
- Ministerio de Fomento (1996): *Los Transportes y las Comunicaciones*. Informe anual.
- Ministerio de Fomento (1997a): *El Tráfico en las Autopistas de Peaje*. Dirección General de Carreteras.
- Ministerio de Fomento (1997b): *Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje*. Memoria 1997. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes.
- Ministerio de Fomento (1997c): *Anuario Estadístico*.
- Ministerio de Fomento (1998a): *Orden de 14 de enero de 1998 por la que se aprueban los pliegos de bases y cláusulas administrativas particulares a que deberá ajustarse la concesión administrativa de construcción, conservación y explotación de la autopista de peaje Alicante-Cartagena, tramo: autovía A-7(Alicante-Murcia) hasta Cartagena*.
- Ministerio de Fomento (1998b): *Orden de 23 de diciembre de 1998 por la que se aprueban los pliegos de bases y de cláusulas administrativas particulares para el concurso por procedimiento abierto de construcción, conservación y explotación de la autopista de peaje de la Costa del Sol, tramo: Estepona-Guadiaro*.
- Ministerio de Fomento (1998c): *Real Decreto 1808/1998, de 31 de julio, por el que se adjudica la concesión administrativa para la construcción, conservación y explotación de la autopista de peaje Alicante-Cartagena, tramo: autovía A-7 (Alicante-Murcia) hasta Cartagena*.
- Ministerio de Obras Públicas (1998): *Bases de Licitación. Concesión Internacional de Interconexión Vial*. Santiago-Valparaíso-Viña del Mar. Chile
- Monopoly and Mergers Commission (MMC) (1996): *A Report on the Economic Regulation of the London Airports Companies*. Heathrow Airport Ltd, Gatwick Airport Ltd and Stansted Airport Ltd.
- MOPTMA (1992): *Recomendaciones para la Evaluación Económica, Coste-Beneficio de Estudios y Proyectos de Carreteras*. Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente, Servicio de Planeamiento. Madrid.
- NatWest (1997): *Spanish and Portuguese Motorways. Stand and Deliver*. NatWest Securities Limited. London

Presidencia del Gobierno (1986): *Real Decreto 657/1986 de 7 de marzo sobre organización y funcionamiento de la Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje*.

Ruster, J. (1997): *A Retrospective on the Mexican Toll Road Program (1989-94)*. September, Viewpoint. World Bank. Washington, D.C.

Shaw, Gwilliam y Thompson, (1996): *Concessions in Transport*. Discussion Paper World Bank. Washington D.C.

Small, K., Winston, C. y Evans, C. (1989): *Road Work*. Brookings Institution. Washington, D.C.

Tirole, J. (1997): “Comentario a la Propuesta de Engel, Fischer y Galetovic sobre Licitación de Carreteras”. *Estudios Públicos*. Verano. Chile.

Walters, A.A. (1968): *The Economics of Road User Charges*. World Bank Staff Occasional Papers. N°5. Washington, D.C.

Anexo 1. Estructura de precios, ingresos y gastos de las empresas concesionarias españolas de carreteras

Cuadro a1.1. Longitud, intensidad media diaria, estructura de tarifas y distribución de vehículos entre pesados y ligeros en las concesiones españolas. 1997

Sociedad Concesionaria	Longitud (km)	Intensidad media diaria	Ligeros (pts/km)	Pesados 1		Pesados 2		Valor medio (pts/km)	Distribución vehículos %	
				(pts/km)	%*	(pts/km)	%*		Ligeros	Pesados
ACESA	541,5	27.486	10,11	17,47	72,80	23,53	132,74	11,69	81,84	18,16
AUCALSA	87	5.211	14,57	28,62	96,43	36,74	152,16	17,27	82,79	17,21
AUCAT	57	17.704	25,10	47,94	91,00	58,85	134,46	29,28	95,26	4,74
AUDASA	206,4	14.471	9,56	17,71	85,25	22,47	135,04	11,13	90,44	9,56
AUDENASA	112	7.995	9,68	14,43	49,07	20,25	109,19	10,87	84,88	15,12
AUMAR	467,6	12.600	9,60	15,89	65,52	17,47	81,98	10,62	85,68	14,32
AUTEMA	48,3	8.787	21,91	35,36	61,39	44,05	101,05	24,58	94,50	5,50
Autoestradas	59,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.-
Autopistas del Sol	80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d..
AVASA	294	7.344	15,69	30,98	97,45	35,95	129,13	18,28	86,48	13,52
Europistas	106	19.234	17,42	32,01	83,75	35,56	104,13	19,79	85,28	14,72
Eurovías	84	12.198	13,94	15,07	8,11	15,07	8,11	14,10	77,43	22,57
Iberpistas	69,6	18.688	15,16	38,86	156,33	43,75	188,59	18,92	85,49	14,51
TABASA	17	19.279	24,62	42,64	73,19	56,46	129,33	28,39	99,22	0,78
Túnel del Cadi	30	4.420	42,42	100,17	136,14	120,20	183,36	52,31	94,75	5,25
Túnel del Söller	3,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Media sector	141,5	15.946	12,66	22,94	81,20	27,75	119,19	14,53	84,35	15,65

Nota: n.d.= dato no disponible.

* = porcentaje de incremento respecto a ligeros

Fuente: Ministerio de Fomento (1997c) y ASETA (1998)

Cuadro a1.2. Ingresos y resultados del sector. 1974-1997 (millones d pesetas)

Año	Ingresos peaje (1)	Otros ingresos (2)	Gastos explotación (3)	Resultado explotación (4)=1+2-3	Dotación fondo reversión * (5)	Gastos financieros netos (6)	Resultados extraordinarios (7)	Resultado antes impuesto (8)=4-5-6+7
1974	2.449,0	13,6	636,3	1.826,3	-	4.474,1	0,2	-2.647,6
1975	3.735,1	30,9	949,9	2.816,1	-	5.341,1	8,8	-2.516,2
1976	5.092,6	48,8	1.505,9	3.635,5	-	6.436,9	1,6	-2.799,8
1977	7.348,1	49,0	2.193,5	5.203,6	-	9.360,6	28,8	-4.128,2
1978	10.493,3	366,8	3.158,5	7.701,6	5,0	12.373,6	1,4	-4.675,6
1979	13.265,4	1.026,4	4.058,5	10.233,3	7,0	18.921,5	91,3	-8.603,9
1980	15.771,9	1.078,7	5.751,1	11.099,5	11,0	24.104,2	1,0	-13.014,7
1981	19.132,1	1.492,4	7.013,2	13.611,3	16,0	34.103,5	-39,8	-20.548,0
1982	23.571,3	2.048,3	8.349,1	17.270,5	1982,3	33.391,6	-136,3	-18.239,7
1983	27.619,7	2.257,3	9.617,8	20.259,2	3.106,9	30.249,4	394,4	-12.747,7
1984	31.842,6	2.525,8	10.681,5	23.686,9	4.400,2	33.163,7	6,6	-13.870,4
1985	39.741,7	2.397,1	12.363,8	29.775,0	5.710,2	36.071,8	-631,1	-12.638,1
1986	45.399,6	2.434,9	12.435,3	35.399,2	8.071,4	32.433,4	-347,9	-5.453,5
1987	55.126,1	2.959,3	14.745,3	43.340,1	6.887,5	29.918,6	-75,1	6.458,9
1988	64.683,2	3.178,6	16.953,0	50.908,8	8.956,5	27.596,4	60,3	14.416,3
1989	75.831,3	2.733,4	19.527,0	59.037,7	8.526,0	29.747,2	292,3	21.056,8
1990	91.091,7	3.461,6	21.971,8	72.581,5	17.897,3	33.000,7	1.239,2	22.922,7
1991	103.693,5	3.289,3	25.740,4	81.242,4	20.747,2	31.891,4	2.371,3	30.975,1
1992	116.308,1	3.321,9	31.147,1	88.482,9	21.859,0	36.309,6	722,4	31.036,7
1993	118.879,0	3.466,9	32.435,3	89.910,6	23.287,5	32.356,9	-329,8	33.936,4
1994	127.600,1	3.659,5	33.659,4	97.600,2	23.650,2	32.773,4	113,8	41.290,4
1995	136.869,0	3.815,2	34.837,8	105.846,4	24.242,0	32.094,9	2.249,5	51.759,0
1996	143.988,2	3.577,2	35.345,2	112.220,2	29.004,9	27.286,4	1.977,7	57.906,6
1997	154.632,3	3.958,6	36.814,0	121.777,2	47.129,1	23.846,8	1.400,4	52.201,7

* = Incluye dotaciones amortización Reales Decretos: 1284/1981, 2715/1982 y 3042/1982

Fuente: Ministerio de Fomento (1997c)

Cuadro a1.3. Resultados del sector por sociedades concesionarias. 1997
(millones de pesetas)

Sociedad concesionaria	Ingresos peaje (1)	Otros ingresos (2)	Gastos explotación (3)	Resultado explotación (4)=1+2-3	Dotación fondo reversión * (5)	Gastos financieros netos (6)	Resultados extraordinarios (7)	Resultado antes impuesto (8)=4-5-6+7
<i>ACESA</i>	56.219,1	1.047,0	12.657,4	44.608,7	3.800,0	1.443,9	-584,2	38.780,6
<i>AUCALSA</i>	2.604,7	62,6	1.410,6	1.256,7	0,0	2.315,4	-2,9	-1.061,6
<i>AUCAT</i>	3.656,6	9,7	1.615,6	2.050,7	0,0	2.068,1	0,0	-17,4
<i>AUDASA</i>	8.529,7	211,0	2.362,7	6.378,0	5.934,9	2.809,3	2.678,6	312,4
<i>AUDENASA</i>	3.155,1	83,8	1.318,7	1.920,2	800,0	684,7	96,2	531,7
<i>AUMAR</i>	30.973,9	1.155,8	6.069,6	26.060,1	15.509,6	1.345,1	33,8	9.239,2
<i>AUTEMA</i>	2.619,3	43,9	651,9	2.011,3	0,0	3.616,8	1,0	-1.604,5
<i>AVASA</i>	14.459,6	184,7	3.225,9	11.418,4	5.821,6	4.182,0	3,5	1.418,3
<i>Europistas</i>	14.367,2	697,3	2.816,7	12.247,8	11.009,5	194,3	-1.044,0	0,0
<i>Eurovías</i>	4.937,1	188,9	1.109,1	4.016,9	2.879,2	1.137,7	118,1	118,1
<i>Iberpistas</i>	8.422,6	216,3	1.854,4	6.784,5	1.194,7	14,3	-0,3	5.575,2
<i>TABASA</i>	2.378,3	37,0	1.031,8	1.383,5	0,0	1.956,2	-2,7	-575,4
<i>Túnel del Cadi</i>	1.865,9	20,2	547,8	1.338,3	0,0	1.943,5	103,3	-501,9
<i>Túnel del Sóller</i>	443,5	0,4	141,8	302,1	179,6	135,5	0,0	-13,0
Total	154.632,6	3.958,6	36.814,0	121.777,2	47.129,1	23.846,8	1.400,4	52.201,7

* = Incluye dotaciones amortización Reales Decretos: 1284/1981, 2715/1982 y 3042/1982

Fuente: *Ministerio de Fomento (1997c)*

Cuadro a1.4. Estructura de costes de cuatro concesiones de carreteras españolas

	ACESA	AUMAR	EUROPISTAS	IBERPISTAS
<i>Nº Kilómetros (1)</i>	541,5	467,6	105,6	69,6
<i>Porcentaje sobre el total de la red de peajes</i>	27	23	5	3
<i>Coste personal (2) (para el año 1996 en millones pesetas)</i>	7.072	3.587	1.850	1.008
<i>Coste operativo (3) (para el año 1996 en millones pesetas)</i>	4.113	5.219	2.564	1.707
<i>Activos fijos (4) (millones pesetas)</i>	382.979	303.718	140.167	63.298
<i>[(2)+(3)]/(4)</i>	2,9	1,72	1,83	2,69
<i>(4)/(1)</i>	707	649,5	1.327	909,5

Fuente: Natwest Securities (1997).

Anexo 2. Estructura de un sistema de precios eficiente

En el diseño de un sistema de peajes en una concesión de carreteras, un peaje inferior al óptimo o una carretera de acceso gratuito, dará lugar a una utilización ineficiente de la infraestructura, lo que a su vez generará mayores costes de construcción y de explotación debido a que las necesidades de capacidad serán superiores.

Se pueden establecer una serie de principios que deben quedar recogidos en un sistema de precios destinado a recuperar el coste generado con la explotación de una infraestructura (May, 1992), el precio debe estar diseñado de modo que la empresa cubra los costes del servicio, construcción, mantenimiento, administración y financieros. El pago que realiza el usuario debe reflejar el verdadero uso que hace de la carretera. El individuo debe percibir el precio que paga, de modo que se garantice un uso eficiente de la infraestructura.

El precio también debe ser estable, de modo que se garanticen situaciones de equilibrio y se asegure que los usuarios tengan información del coste económico que tendrá la utilización de la vía. Por último, la flexibilidad del sistema de precios debe estar presente para que recoja las fluctuaciones de la demanda.

Aunque aparentemente un peaje diferenciado por tipo de vehículo y por periodo de intensidad de la demanda puede ser considerado como un objetivo exclusivo de una agencia estatal, es fácil demostrar que puede formar parte también de la función objetivo de la empresa concesionaria. Por ejemplo, cuando un camión de gran tonelaje circula por la calzada ocupa el espacio de aproximadamente 2,5 turismos y el daño que ocasiona en el pavimento es muy superior al de un turismo (véase sección 2).

Una vez que la carretera se encuentra funcionando existen a partir de ese momento componentes que tendrán un carácter de costes fijos para la empresa (K), entre los que estarán el coste de la construcción, costes medioambientales como el impacto visual y el efecto barrera, pero también otros costes que se activan con el funcionamiento del servicio, como son los costes de administración y de mantenimiento que son independientes del número de vehículos que utilizan la vía.

Existen otros costes en cambio que dependen directamente del uso de la vía y que pueden ser caracterizados como variables, entre los que se destaca, por un lado, el daño ocasionado por los vehículos sobre el pavimento al circular, el nivel de ruido de generado, el coste de reparación y de los operativos de urgencia ocasionado por los accidentes. Estas partidas de costes las podemos agrupar por su importancia en *coste de reasfaltado* (Cr) y *otros costes de explotación* (Oce). Por otro lado los usuarios deben soportar un coste en términos de tiempo, riesgo de accidentes y coste operativo de los vehículos que constituye el coste generalizado del desplazamiento, o *coste del usuario* en la ecuación (5a.1).

De este modo la función de costes total puede expresarse de la siguiente manera.

$$C(q) = K + Cr(q) q + Oce(q) + Cu(q) \quad (5a.1)$$

donde:

$C(q)$ = coste total a corto plazo de la carretera.

K = coste fijo.

$Cr(q)$ = coste de reasfaltado.

$Oce(q)$ = otros costes de la explotación.

$Cu(q)$ = coste generalizado o coste del usuario.

q = nivel de demanda de vehículos en un instante de tiempo.

Para obtener la estructura y el nivel de la tarifa que garantiza una utilización eficiente de la infraestructura es necesario optimizar la función (5a.2).

$$\max \int g(q) dq - K - Cr(q) - Oce(q) - Cu(q) \quad (5a.2)$$

donde:

$g(q)$ = función de demanda que expresa la disposición total a pagar del individuo por el desplazamiento, incluye tarifa, tiempo, accidente y coste operativo del vehículo. Es por tanto igual a Cu más la tarifa, p .

Al derivar respecto a q se obtiene el resultado de la ecuación (5a.3).

$$g(q) - \frac{dCu(q)}{dq} q - Cu(q) - \frac{dCr(q)}{dq} q - Cr(q) - \frac{dOce(q)}{dq} q - Oce(q) = 0 \quad (5a.3)$$

Operando sobre la función de coste generalizado $g(q)$, el nivel de la tarifa que se debe cobrar para garantizar un uso eficiente de la carretera se puede expresar según la ecuación (5a.4).

$$p = \frac{dCu(q)}{dq} q + \frac{dCr(q)}{dq} q + Cr(q) + \frac{dOce(q)}{dq} q + Oce(q) \quad (5a.4)$$

donde:

$(dCu(q)/dq)q$ = variación en el coste medio generalizado del usuario original como consecuencia de la incorporación de un usuario adicional a la carretera, multiplicada por el número de usuarios originales. Recoge por tanto, la componente de la tarifa que refleja el nivel de congestión que ocasiona el vehículo al circular.

$(dCr(q)/dq)q + Cr(q)$ = variación en el coste de reasfaltado como consecuencia de la incorporación de un usuario adicional a la carretera. La primera componente se hace cero si se supone que un coste medio constante. Esta parte de la tarifa también será diferente para cada tipo de vehículo en función del peso por eje.

$(dOce(q)/dq)q + Oce(q)$ = variación en otros costes de la explotación como consecuencia de la incorporación de un usuario adicional a la carretera.

El coste de congestión que se genera cuando un vehículo se incorpora a la vía, $(dCu(q)/dq)q$, es diferente para periodos de alta y baja intensidad de la demanda, lo que hace necesario una política de diferenciación de la tarifa de modo que se establezca una tarifa diferenciada para periodos punta y valle.

La aplicación de una tarifa con la estructura anterior permite cubrir los costes variables de la explotación del servicio. Sin embargo, cuando la inversión en capacidad no es la óptima, o en presencia de indivisibilidades y errores en la predicción de la demanda, no hay garantía de que con los ingresos generados con la componente destinada a internalizar el coste de la congestión, $(dCu(q)/dq)q$, se asegure que se cubran los costes que se han calificado como fijos de la concesión. En este caso habría que utilizar tarifas en dos partes, tipo *Ramsey* o modificar el contrato de concesión.